

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON.

Année scolaire 1922-1923. — N° 2

LE MÉCANISME
du
RÉTABLISSEMENT CIRCULATOIRE
après ligature artérielle
au niveau des membres

DONNÉES HISTORIQUES

THÈSE

PRÉSENTÉE

à la FACULTÉ DE MÉDECINE et de PHARMACIE de LYON

et soutenue publiquement le 7 Novembre 1922

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Charles GAUDIN

né à TOULON (Var) le 24 Août 1898



LYON

Imprimerie BOSC Frères & RIOU
45, Quai Gailleton, 45
Téléphone 63-56

LE MÉCANISME DU
RÉTABLISSEMENT CIRCULATOIRE
APRÈS LIGATURE ARTÉRIELLE
AU NIVEAU DES MEMBRES

DONNÉES HISTORIQUES



Digitized by the Internet Archive
in 2026

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON .

Année scolaire 1922-1923. — N° 2

LE MÉCANISME

du

RÉTABLISSEMENT CIRCULATOIRE

après ligature artérielle

au niveau des membres

DONNÉES HISTORIQUES

THÈSE

PRÉSENTÉE

à la FACULTÉ DE MÉDECINE et de PHARMACIE de LYON

et soutenue publiquement le 7 Novembre 1922

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Charles GAUDIN

né à TOULON (Var) le 24 Août 1898



LYON

Imprimerie BOSC Frères & RIOU

45, Quai Gailleton, 45

Téléphone 63-56

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

Doyen honoraire
 Doyen
 Assesseur

M. HUGOUNENQ.
 MM. J. LEPINE.
 ROQUE.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. AUGAGNEUR, CAZENEUVE, BEAUVISAGE, LACASSAGNE, TESTUT,
 A. FLORENCE

PROFESSEURS

Cliniques médicales Cliniques chirurgicales Clinique obstétricale et Accouchements Clinique ophtalmologique Clinique des maladies cutanées et syphilitiques Clinique neurologique et psychiatrique Clinique des maladies des enfants Clinique des maladies des femmes Clinique d'oto-rhino-laryngologie Clinique des maladies des voies urinaires Clinique chirurgicale, infantile et orthopédie Physique biologique, Radiologie et Physiothérapie Chimie biologique et médicale Chimie organique et Toxicologie Matière médicale et Botanique Parasitologie et Histoire naturelle médicale Anatomie Histologie Physiologie Pathologie interne Pathologie et Thérapeutiques générales Anatomie pathologique Chirurgie opératoire Médecine expérimentale et comparée et bactériologie Médecine légale Hygiène Thérapeutique Pharmacologie	MM. TESSIER ROQUE BARD TIXIER BERARD COMMANDEUR. ROLLET NICOLAS LEPINE (J.) WEILL POLOSSON (A.) LANNOIS ROCHET N.-JOSSE RAND CLUZET HUGOUNENQ MOREL X. GUIART LATARJET POLICARD DOYON COLLET MOURIQUAND PAVIOT VILLARD ARLOING (F.) Etienne MARTIN COURMONT (P.) PIC MOREAU
---	---

PROFESSEURS TITULAIRES SANS CHAIRE

Chargé d'un cours de Pathologie externe — Propédeutique de gynécologie — Chimie minérale — Urologie	VALLAS. CONDAMIN. BARRAL. GAYET.
--	---

CHARGÉS DE COURS COMPLÉMENTAIRES

Anatomie topographique Botanique Embryologie Orthopédie Puériculture et hygiène de la première enfance Stomatologie	PATEL BRETIN GRAVIER, LAROYENNE. CHATIN. TELLIER
--	---

AGRÉGÉS

MM. NOGIER BRETIN LERICHE THEVENOT (Léon) TAVERNIER CADE GARIN	MM. SAVY FROMENT THEVENOT (L.) PIERY COTTE DUROUX	MM. HOVELACQUE TRILLAT SAKVONAT FLORENCE ROCHAIX CORDIER	MM. ROUBIER FAVRE BONNET NOËL chargé des fonctions
---	---	--	---

M. BAYLE, secrétaire

EXAMINATEURS DE LA THESE

M. POLICARD, *Président*; M. PATEL, *Assesseur* ;

MM. LERICHE et NOËL *Agrégés*

La Faculté de médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A MA GRAND'MÈRE ROSE L...

A sa mémoire. En souvenir de tout ce
qu'elle a fait pour moi.

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

A LA MÉMOIRE DE P. JACQUES

ET

DE MES CAMARADES MORTS POUR LA FRANCE

A MA MÈRE

A qui je dois tout. Bien faible témoignage de ma profonde affection et de mon infinie reconnaissance.

A MA FIANCÉE

A MA TANTE, A MON ONCLE, M. CH. LAGORIO

Lieutenant de Vaisseau de réserve

Chevalier de la Légion d'honneur

Hommage d'affection et de reconnaissance.

A MES PARENTS

A MES AMIS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR POLICARD

Professeur d'Histologie à la Faculté de Médecine de Lyon

Docteur ès Sciences

Chevalier de la Légion d'honneur

Nous tenons à lui dire combien nous avons été touché de la courtoisie de son accueil. Pour le grand honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider cette thèse, nous le prions de vouloir bien agréer, avec nos remerciements, l'expression de notre respectueuse gratitude.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ LERICHE

Chirurgien des Hôpitaux de Lyon..

Chevalier de la Légion d'honneur

Qui nous a inspiré le sujet de cette thèse. Nous lui devons de nombreux et de précieux conseils. Qu'il veuille bien accepter nos sincères remerciements et l'expression de notre vive reconnaissance.

A MES JUGES

A TOUS MES MAÎTRES

LE MÉCANISME DU
RÉTABLISSEMENT CIRCULATOIRE
APRÈS LIGATURE ARTÉRIELLE
AU NIVEAU DES MEMBRES

DONNÉES HISTORIQUES

AVANT-PROPOS

*« Quand on aime passionnément la
pensée, on garde, à travers l'existence, une
gratitude d'une qualité unique aux maîtres
qui vous ont, les premiers, initié au travail
sacré de l'intelligence. »*

Paul BOURGET. (Le Justicier).

*Avant d'entrer en matière, il m'est particulièrement
agréable d'adresser à mes maîtres des Hôpitaux et de
l'Ecole de Médecine de Marseille, l'hommage de mon
affectueuse reconnaissance et de mon profond respect.*

*Je tiens à remercier tout particulièrement MM. les
Professeurs ALEZAIS, AUBERT, AUDIBERT pour
leurs leçons et pour les marques de bienveillance qu'ils
m'ont témoignées.*

*Je suis heureux, aussi de dire toute la fierté que je
ressens d'appartenir à l'Ecole Lyonnaise.*

Que MM. les Professeurs LEPINE, E. MARTIN, ROQUE, TIXIER, VILLARD veuillent bien accepter mes remerciements sincères pour l'enseignement à la fois élevé et pratique qu'ils répandent avec tant de générosité.

Je présente aussi l'hommage de ma gratitude à MM. les Médecins Principaux LANNE, CARRIVE ; à MM. les Médecins-Majors JUDE et PAITRE, Professeurs Agrégés du Val-de-Grâce ; à MM. les Médecins-Majors MAHAUT, BERTEIN, qui m'ont manifesté leur estime en me choisissant souvent pour les assister.

Je n'oublie pas non plus MM. les Docteurs Ch. HEDERER, G. LAURES, SELLIER, Médecins de la marine.

Qu'il me soit permis encore de manifester toute ma gratitude et toute mon affection à M. le Médecin chef de la Marine GASTINEL, à M. Pierre ROVETA, à M. le Médecin-Major L. REYNAUD, Chirurgien de l'H. M. de Gabès et à la Famille DERIAT.

Enfin, je tiens à remercier tout particulièrement le Professeur Giuseppe BOLOGNESI, de l'Université de Siena, et mon Maître le D^r LÉRICHE qui ont bien voulu me confier, pour les reproduire, quelques-uns de leurs intéressants clichés radiographiques de chiens dont le système artériel avait été injecté avec des liquides opaques pour l'étude du rétablissement collatéral circulatoire.

INTRODUCTION

*Il ne faut pas s'arrêter aux choses
acquises. (PASTEUR)*

On admet généralement que ce sont les collatérales très nombreuses et leurs anastomoses qui suppléent, dans le membre ou le vaisseau principal a été lié, à la déficience de l'artère ligaturée.

Cette opinion est classique. Pourtant, malgré le grand nombre de ligatures faites pendant la guerre, on ignore le mécanisme intime de cette circulation partielle remplaçant la principale. Souvent l'interruption du courant sanguin n'amène dans la suite aucune conséquence fâcheuse, mais il existe nombre d'observations où — sans qu'on puisse l'imputer à un défaut de technique opératoire ou à des conditions spéciales du traumatisme — la même ligature, dans les mêmes conditions, entraîne des troubles parfois compatibles avec l'usage du membre, d'autres fois, au contraire, avec le maximum de phénomènes ischémiques.

Ces faits, en apparence contradictoires, ne nous indiquent-ils pas, que le mécanisme du rétablissement

collatéral circulatoire, n'est pas aussi simple qu'on se l' imagine. Il y a des facteurs qui nous échappent et dont la connaissance serait fort utile pour obtenir les meilleurs résultats dans la chirurgie des vaisseaux.

Aucune solution satisfaisante n'a été présentée par les divers auteurs qui ont exprimé une opinion sur cette question. Le but de ce travail n'est pas de donner des résultats définitifs, c'est une orientation vers des idées nouvelles.

Nous exposerons les idées et les observations de ceux qui nous ont précédés, en essayant de mettre en valeur certains faits pour en dégager quelques prudentes conclusions.

Le problème offre à considérer trois points de vue : les faits anatomiques, les faits physiologiques, les faits cliniques ; nous diviserons cette thèse en trois parties :

Dans la première, nous verrons : 1° Comment les auteurs ont admis la possibilité d'un rétablissement collatéral circulatoire ; 2° L'opinion classique et les voies possibles de ce rétablissement ; 3° Les recherches qui ont été faites pour déterminer les phénomènes consécutifs à une oblitération expérimentale chez les animaux.

Dans la deuxième, nous aborderons les conditions physiologiques : le temps et les facteurs nécessaires au rétablissement circulatoire. Nous passerons en revue : la théorie mécanique et la théorie vitale, théories classiques anciennes. Nous exposerons ensuite les facteurs importants du rétablissement circulatoire d'après les modernes.

Dans la troisième, nous examinerons les données de la clinique et de l'acte opératoire. Ainsi nous aurons envisagé la question — peut-être un peu rapidement, mais le cadre d'une thèse ne nous autorisait pas à faire davantage — sous cet aspect : histoire et critique des voies, des causes, des manifestations, du rétablissement collatéral circulatoire après une ligature sur un tronc artériel important des membres.

Une discussion devait s'ensuivre : quelles sont les conséquences pathologiques éloignées des ligatures ?

Nous ne faisons que la mentionner. On la trouvera magistralement étudiée par M. le Professeur LERICHE dans son Mémoire au Congrès Français de Chirurgie d'Octobre 1922 sur les Résultats éloignés des ligatures et des résections artérielles.

Cette étude exigeait une expérience et une maturité au-dessus de la nôtre. Nous n'aurions pas osé nous engager dans cette voie si nous ne nous étions pas senti soutenu par l'autorité de M. le Professeur LERICHE. Les idées que nous exprimerons sont non seulement, le résultat de nos lectures et de nos observations personnelles, mais surtout le fruit des nombreuses conversations que nous avons eues avec notre excellent Maître. Qu'il nous soit permis de lui dire combien nous sommes heureux d'exposer ici les recherches et de faire connaître les conceptions du Maître auprès duquel nous avons trouvé l'accueil le plus aimable et les enseignements les plus précieux.

PREMIÈRE PARTIE
Les Conditions Anatomiques.

CHAPITRE PREMIER

Historique.

COMMENT LES AUTEURS ONT ÉTÉ AMENÉS
A ADMETTRE L'EXISTENCE D'UNE CIRCULATION COLLATÉRALE

En 1732, WINSLOW par la description soignée des vaisseaux articulaires du genou, par le fini des planches de son Exposition anatomique, laisse déjà entrevoir le succès de la ligature de la fémorale sans crainte de sphacèle.

Puis HALLER conclut, de l'existence de toutes les anastomoses établissant une communication directe entre les artères crurale, poplitée et tibiale antérieure, à la possibilité de guérir l'anévrysme du jarret par la ligature de l'artère, tout en conservant le membre.

« Quare cum arteriæ articulares superiores super articulationem genu ortæ, ad utrumque latus patel.æ pierunque magnis ramis descendant, seque immitant in inferiores arterias in tibia sub poplite natas, apparet utique arteriam popliteam fere eadem cum spe inter duos condylos ligari posse, ant excindi, si anevrysma id requisiverit, et æque bonum si em i oste: ni resectionem de tibia pedeque superesse. »

(*Fax, Icon. Anat. V. Tab. IV.*)

GUATTANI groupe des éléments très intéressants. A l'autopsie d'un malade, mort d'une rupture d'anévrysme fémoral, en 1742, il a l'intuition de la circulation collatérale : L'artère crurale s'est fendue avec une telle violence et rapidité que LES VAISSEAUX LATÉRAUX n'ont pas acquis une amplitude suffisante pour compenser la défection du gros tronc... De là l'utilité de la compression. Grâce à elle, la forte tension du courant sanguin aurait été maîtrisée, empêchant la déchirure. La consolidation des parois de l'anévrysme se serait produite, les rameaux latéraux auraient eu le temps suffisant pour s'étendre et se dilater peu à peu ».

En 1744, GUATTANI eut l'occasion de faire des injections dans le système artériel du membre supérieur pour montrer les collatérales de l'humérale et leur diversité.

Un peu plus tard, en 1765, il cite le cas d'un malade dont l'artère illiaque externe était oblitérée, et qui mourut non de gangrène du pied, mais de consomption.

Enfin, en 1767, toujours dans le même ouvrage, il nous montre « que les rameaux artériels de l'hypogastrique inosculés à la fémorale paraissent suppléer la déficience du tronc de celle-ci ».

A la même année DESAULT, alors âgé de 23 ans, plus tard chirurgien de l'Hôtel-Dieu de Paris, injecta du liquide dans les troncs artériels du bras et de la cuisse. Malgré la ligature de ces vaisseaux, il remarqua le passage du sang liquide dans les branches infé-

rieures au moyen des collatérales. Ces expériences, il les répéta sur des animaux vivants. Il eut, de plus, l'occasion de pratiquer une ligature chez un homme dont l'artère fémorale avait été ouverte par traumatisme. Il n'en résulta aucune gêne pour le malade qui conserva son membre.

Ces observations lui firent adopter la ligature de la fémorale qu'il préférait même, dans le traitement des anévrysmes du jarret, à celle de la poplitée dont l'accès en ce cas est souvent difficile.

Ces faits importants, s'appuyant sur une preuve clinique et dont il parlait dans ses cours, DESAULT ne les publia pas lui-même. Ce n'est que 20 ans plus tard, en 1787, qu'on les trouve très brièvement relatés dans le « Journal de Médecine » de Vandemonde, par le D^r SIMON.

QUELQUES-UNES DES VOIES ARTÉRIELLES UTILISÉES

En 1814, BOYER publie l'autopsie de l'opéré de DESAULT, onze mois après que celui-ci avait lié l'artère poplitée. Il voit « *dans l'épaisseur du nerf sciatique un tronc artériel aussi gros qu'une radiale* ».

Cette artère paraissait être un rameau de l'ischiatique, elle descendait jusqu'à la partie postérieure du genou et s'y anastomosait avec d'autres rameaux appartenant aux artères articulaires supérieures.

BROCA, dans son Traité sur les Anévrysmes, en donne l'observation détaillée. De même, il relate le cas d'un malade de BOYER, traité 48 ans auparavant par

la compression, pour un anévrysme poplité droit. Ce malade mort à Bicêtre, dans le service de DESPRES, présentait aussi une énorme collatérale dans l'épaisseur du nerf sciatique.

En 1822, COOPER observe un fait analogue. Il en fait part à la Société Médicale et Chirurgicale de Londres le 18 juin de cette même année.

En 1830, BLANDIN publie le cas d'un malade de ROUX, mort d'une affection du cœur, opéré d'un anévrysme huit ans auparavant. L'artère fémorale avait été liée au bas de l'espace inguinal. L'autopsie faite par BLANDIN et ROUX montre la circulation rétablie de la partie supérieure de la fémorale vers la poplité par l'artère profonde : deux de ses branches, la petite musculaire et l'artère du nerf sciatique avaient subi une grande dilatation et s'anastomosaient avec d'autres branches très élargies de la poplité.

La première avec l'articulaire supérieure externe ; la seconde avec un rameau de la poplité qui se rendait dans le nerf sciatique près de sa bifurcation.

L'artère du nerf sciatique avait le volume d'une plume de corbeau. Elle naissait en haut d'une grosse branche de la deuxième perforante et descendait flexueuse presque dans le creux du jarret, pour s'aboucher avec une branche dilatée venant de la partie postérieure de la poplité. Cette dernière se trouvait donc en communication directe avec les perforantes, grâce à *cette grande anse artérielle contenue dans l'épaisseur du nerf sciatique*. De plus, un rameau peu considérable de l'artère ischiatique descendait de la partie supé-

rière du nerf de ce nom vers cette anse qui vient d'être décrite ; en outre, cette anse envoyait inférieurement vers la jambe *deux rameaux volumineux sur le trajet et dans l'épaisseur des nerfs sciatique poplitée externe et interne*, rameaux qui s'anastomosaient avec des branches des artères tibiales postérieures et antérieures.

Le nerf saphène interne contenait aussi à son centre un rameau artériel dilaté et flexueux semblable à celui qui accompagnait le nerf sciatique. Ce rameau naissait de la partie supérieure de l'artère fémorale et venait s'anastomoser en dedans du genou avec les artères articulaires internes.

Ainsi, dans cet exemple, le rétablissement de la circulation dans le segment du membre situé au-dessous de la ligature du tronc artériel principal s'effectuait surtout par *l'entremise des collatérales propres aux divers nerfs de la cuisse, après qu'elles avaient subi une dilatation considérable*.

BUCKMINSTER, BROWN, Henry-A. BEACH en 1875, à propos d'un anévrysme fémoral guéri par la compression directe, sans soumettre le malade au repos, ont observé chez le sujet mort par péritonite six ans après la guérison de l'anévrysme, que toutes les branches de l'hypogastrique étaient triplées de volume ; l'artère ilio-lombaire s'anastomosait à plein canal avec l'artère circonflexe iliaque : l'artère fessière, à sa sortie du bassin présentait un grand nombre d'anastomoses avec les autres circonflexes fémorales externe et interne et par l'intermédiaire des branches du nerf

sciatique communiquait avec les artères perforantes, branche de la fémorale profonde.

Un grand nombre de rameaux anastomotiques traversait les muscles de la région postérieure de la cuisse : des varicosités artérielles très nombreuses se voyaient dans le nerf sciatique et aussi, mais à un moindre degré, dans le nerf crural ; l'obturatrice présentait un large canal de communication avec l'épigastrique au-dessus du pubis. Les honteuses internes avaient aussi subi un certain degré de dilatation.

A. WYETH, 1876, écrit que parmi les branches collatérales, augmentant de volume après la ligature du tronc crural, celles qui accompagnent normalement les gros troncs nerveux et spécialement le nerf sciatique paraissent avoir une tendance toute particulière à se dilater et à aider au rétablissement du courant circulatoire.

BROCA cite un fait analogue aux précédents observé par Luigi PORTA.

Le malade Giovanini Miloni, atteint d'un anévrysme poplité avait subi la ligature de la fémorale au milieu de la cuisse. Il avait conservé avec un certain degré d'atrophie de la jambe, une paralysie de plusieurs orteils. L'anévrysme ayant récidivé, 4 ans après, GHERINI fit une nouvelle opération et lia l'iliaque externe. Le malade mourut 78 heures après. L'autopsie fut faite, le membre disséqué. On trouva dans l'épaisseur du nerf grand sciatique une grosse artère très fluxueuse : elle recevait à travers le névrilème plusieurs anastomoses volumineuses et se bifurquait

dans le jarret en une branche, assez grosse, dans chacun des nerfs poplités, comme dans le cas de BLANDIN, en parcourant ainsi dans l'épaisseur des cordons nerveux un trajet long de plus de 20 centimètres.

Enfin, il convient de mentionner les très instructives dissections anatomo-pathologiques de SABATIER, RIBES, A. COOPER, HOGDSON, DUPUYTREN, PELLETAN, VELPEAU et celles de VERNEUIL.

De toutes ces observations, il semble que des artères macroscopiquement terminales d'habitude finissent par s'anastomoser et par former à longue échéance un système continu. Mais ces rameaux sont plutôt rares ; d'après la description des auteurs, ce serait surtout par les artères du nerf sciatique que la circulation se rétablit.



Dessins réduits des
Planches destinées à illustrer
le texte de GUATTANI.
In Descriptum latinorum de
aneurysmatibus.
Collection Lauth, Strasbourg 1786.



D'autre part, les pièces et les planches nous montrent que les artères voisines de celles liées se résolvent en un grand nombre de branches juxtaposées : les unes anastomosées entre elles, les autres ne l'étant pas, si bien que l'on n'a pas l'impression d'avoir là l'image du réseau anastomotique véritable ou tout au moins complet.

CHAPITRE II

Les données classiques et les voies possibles du rétablissement circulatoire.

I. — LES DONNEES CLASSIQUES

Nous avons vu, dans le précédent chapitre, comment les auteurs en étaient arrivés à admettre le passage du sang par des voies secondaires. Ces faits devaient donner naissance à l'explication classique que : ce sont les collatérales et leurs anastomoses qui permettent le rétablissement circulatoire.

Pour les classiques il y a deux grands types d'anastomoses : les anastomoses simples, les anastomoses rétiformes.

LES RÉTIFORMES sont réalisés par la réunion de fins ramuscules terminaux des collatérales d'un tronc.

LES SIMPLES sont de quatre ordres :

a) *L'union transversale* : type communicante antérieure cérébrale ;

b) *L'inosculation* : type d'abouchement des deux gastro épiploïques ;

c) *La convergence* : type des deux vertébrales s'unissant pour former le tronc basilaire ;

d) *Le vas aberrans* : constitué par un petit filet cheminant parallèlement au gros tronc d'où il sort pour y retourner un peu plus bas ou aborder une de ses branches.

CES ANASTOMOSES SONT-ELLES FRÉQUENTES ?

BICHAT et CLOQUET (1803 et 1822) en disent quelques mots sans précision.

SCARPA (1813) en figure les qualités dans son Atlas. Pour lui, l'inosculation serait le mode normal de terminaison des artères superficielles et profondes. Il en cite quatre exemples concrets dans son texte.

Dans l'Atlas de TIEDMANN (1822), HOVELACQUE, qui l'a étudié soigneusement, n'a trouvé qu'une seule anastomose par inosculation.

CRUVEILHIER (1835) en signale quelques-unes, mais il ne précise ni le calibre, ni la longueur, ni la fréquence. Les anatomistes qui vinrent ensuite, PAULET et SARAZIN (1767-1870), HENLE (1868), SAPPEY (1870), TESTUT (1905), nous laissent aussi dans l'incertitude. Seul POIRIER insiste sur les anastomoses et il essaye à la fin de la description des artères de chaque membre de les grouper en une voie accessoire doublant le courant principal.

AU MEMBRE SUPERIEUR, il y a un riche réseau anastomotique entre la sous-clavière et l'axillaire sous forme de deux courants collatéraux, l'un intérieur, l'autre postérieur.

Le premier est constitué par les anastomoses unissant la mammaire interne et l'intercostale supérieure aux branches thoraciques de l'aisselle.

Le deuxième par les anastomoses de la scapulaire supérieure et de la scapulaire inférieure, se faisant dans les fosses sous-scapulaires et sous-épineuses.

Au-dessous de l'extrémité inférieure de l'axillaire les anastomoses de la circonflexe postérieure, de l'humérale profonde, des récurrentes radiale et cubitale postérieures, de l'interosseuse postérieure et des rameaux ascendants de la portion carpienne de la radiale dorsale du carpe constituent un courant collatéral qui occupe toute l'étendue de la face postérieure du membre supérieur.

Il y a de plus un courant collatéral interne de l'humérale et de la récurrente cubitale antérieure : ces deux courants collatéraux intérieurs de l'avant-bras étant constitués par les anastomoses de l'interosseuse antérieure et de l'artère du nerf médian avec les artères de la main.

A cela, il faut ajouter les cercles pré-épiphysaires existant à l'épaule, au coude, au poignet.

On voit, par là, que la circulation est largement assurée au membre supérieur. Mais s'agit-il d'anastomoses par inosculution ? par branche transversale ? par vas aberrans ? ou bien s'agit-il d'anastomoses réticulaires. Il semblerait que POIRIER le pense.

« Regardons, dit LERICHE, les figures que POIRIER
« donne et nous verrons que, mis à part, les cercles
« péri-éphysaires où l'anastomose par inosculaton
« semble fréquente et où elle ne peut servir à rien
« pour ce qui nous intéresse ; il n'y a pas aux membres
« d'anastomoses directes : on n'y trouve que des anas-
« tomoses rétifformes, comme celle de l'humérale pro-
« fonde avec la récurrente radiale antérieure, comme
« celle de la collatérale interne inférieure avec l'hu-
« mérale profonde et la récurrente cubitale antérieure.

« Il n'y a, en somme, comme anastomoses, pourrait-
« on dire en exagérant, que des « réseaux admira-
« bles ».

A LA CUISSE, écrit POIRIER : il y a une voie secon-
daire importante formée par les anastomoses succes-
sives de l'ischiatique, des circonflexes, des perforantes
et des artères musculaires supérieures de la poplité.

A LA JAMBE, l'artère péronière constitue une voie
secondaire des plus importantes, et grâce à ses anasto-
moses avec la pédieuse et la plantaire externe, elle
peut suppléer soit la tibiale antérieure, soit la tibiale
postérieure.

Mais là encore on ne voit pas ce que sont exacte-
ment ces anastomoses, comment elles se font, qu'elle
est leur fréquence ? il n'y a aucune statistique sur
leur présence ou leur absence ?

II. — LES VOIES POSSIBLES DU RETABLISSEMENT CIRCULATOIRE

A) LES ANASTOMOSES NORMALES : *Anastomoses par inosculation.*

Somme toute, on ignore tout des voies anastomotiques et c'est pour éclaircir un peu ces inconnues que, en juillet 1922, mon camarade RASSAT, élève d'Hovelacque a, sous sa direction, et à la demande de mon maître le Professeur Leriche, disséqué 21 fœtus après injection du système des artères du bassin et de la cuisse.

On en trouvera la description détaillée dans sa thèse. Voici d'ailleurs ce qu'il faut en retenir : Sur 21 pièces, il n'y avait qu'à 12 fois des anastomoses entre le système iliaque externe et le système interne. *Une fois* il y avait une *véritable petite artère anastomotique*, dans tous les autres cas, l'anastomose était filiforme et il fallait, pour la voir, l'usage d'une loupe binoculaire.

Les anastomoses utiles sont donc peu nombreuses. Quand il y a anastomose, 189 fois sur 200 c'est la circonflexe interne branche de la fémorale profonde, qui sert d'intermédiaire entre le système fémoral et les systèmes voisins. Elle s'unit soit avec le rameau trochantérien de l'ischiatique, soit avec la branche interne de l'obturatrice, soit avec un rameau aberrant de la fessière. *Parfois c'est le long du nerf sciatique que se fait l'anastomose.* De distance en distance ce nerf reçoit des artères venant de l'ischiatique.

que, de la circonflexe interne et des perforantes pour constituer les arcades principales ou primaires de QUENU et LEJARS, et les arcades de BROCCO, HEYMANN et MOUCHET.

Cinq fois sur vingt et un cas, ces rameaux s'anastomosaient entre eux et une fois ces anastomoses formaient une véritable voie artérielle intra-nerveuse continue depuis le bassin jusque dans le sciatique poplitée interne. De plus, dans les pièces disséquées, on voyait des anastomoses unissant entre elles les branches de la fémorale ou des anastomoses unissant entre elles les branches de l'hypogastrique.

On voit par là, combien il y a peu au membre inférieur d'anastomoses macroscopiquement constatables entre les branches d'un même système et avec les branches d'un système voisin. Il est donc impossible, pense LERICHE « *d'y admettre des cercles anastomotiques et des voies collatérales continues, comme on le répète toujours: les anastomoses par inosculution sont rares, même entre les petits rameaux, et les classiques ont tort de décrire comme normaux des dispositifs qu'une statistique consciencieuse montre exceptionnels. Si l'on veut bien par ailleurs se rappeler la rareté connue des anastomoses entre l'axillaire basse et l'artère humérale, et la zone dangereuse de SOUPART, il faut admettre qu'il en est probablement là comme au membre inférieur. On conviendra que l'on ne peut pas compter sur les anastomoses macroscopiques pour assurer, en toutes circonstances, le maintien d'une circulation suffi-*

sante dans un membre en cas d'oblitération chirurgicale de la voie principale. »

B) LES DISPOSITIFS EMBRYOLOGIQUES PERSISTANTS

Les anastomoses directes sont exceptionnelles au niveau des membres.

Il existe un certain nombre de cas qui sont rapportés dans lesquels la voie collatérale postérieure l'emportait sur l'antérieure. SAPPEY, HENLE, CHRETIEN et TESTUT ont rencontré une telle disposition.

Une question se pose alors, déjà entrevue et discutée par P. LA ROQUE DE RICHEMOND, en 1921. Le rétablissement du courant circulatoire ne peut-il se faire par la mise en service, sous l'effet de nécessités, d'une disposition embryologique persistante, mais dont la fonction est normalement restreinte ?

Chez l'embryon, alors que les membres abdominaux commencent à se former, apparaît une artère : l'artère axiale postérieure dont le segment supérieur persistant deviendra plus tard l'artère ischiatique.

Primitivement l'axiale postérieure va jusqu'au pied. A ce moment, la fémorale n'existe pas encore, elle apparaît plus tard, provenant de l'ombilicale et se divise en deux branches terminales : l'antérieure ou grande saphène fémorale, la postéro-interne, future fémorale profonde. A ce moment de la partie ischiatique de l'axiale postérieure naît un rameau

récurrent qui, d'après SENIOR, forme un réseau anastomotique avec la fémorale.

Dès lors l'ischiatique diminue, la fémorale grossit; peu à peu, elle descend derrière le genou, paraissant absorber le segment poplité de l'artère axiale postérieure et elle vient prendre à la jambe son mode de distribution habituel et définitif.

Pendant ce temps, le court segment de l'artère axiale postérieure, situé au-dessous du réseau de SENIOR, s'atrophie et disparaît.

Finalement, tandis que la circulation de la cuisse à sa partie supérieure est assurée par deux troncs : la fémorale et l'ischiatique en bas, il n'y en a qu'un seul : la poplité.

En réalité, le segment poplité de l'ancienne artère axiale postérieure subsiste bien, mais ce n'est plus qu'une minuscule artériole aplatie sous le muscle poplité et le condyle interne.

En rapprochant ces données d'évolution, de la gravité de la ligature de l'artère poplité, on peut se demander si le rétablissement de la circulation, au membre inférieur, n'est pas fonction d'une disposition embryologique persistante. Les résultats si variés de la ligature de la fémorale et de la poplité seraient simplement réglés par la plus ou moins grande régression de l'artère axiale primitive. Et nous avons vu que SAPPEY, HENLE, CHRETIEN et TESTUT ont trouvé un certain nombre de faits dans lesquels la voie artérielle postérieure l'emportait sur l'antérieure en importance.

Mais c'est là une exception. De plus, au membre supérieur il n'y a pas l'équivalent de l'artère axiale postérieure. On ne saurait admettre un mécanisme différent, pour le bras et pour la cuisse : l'explication embryologique du rétablissement circulatoire après oblitération de la voie principale ne nous semble pas possible. En tout cas, ce n'est pas là un mécanisme habituel.

C) LES ANASTOMOSES RÉTIFORMES INTRAMUSCULAIRES, PÉRIOSTIQUES ET SOUS-CUTANÉES

Si les anastomoses directes sont rares, au niveau d'un membre, les anastomoses rétiformes sont fréquentes dans les muscles, au niveau d'une saillie osseuse épiphysaire, sous la peau et le long des nerfs.

CRUVEILHIER les a signalées « *indépendamment des anastomoses directes que j'ai indiquées, il en existe un grand nombre d'indirectes dans l'épaisseur des muscles et sur le périoste* ». Bien plus, il montre l'importance de ces anastomoses à propos des artères perforantes de la fémorale profonde : « *Les branches musculaires forment dans l'épaisseur des muscles une série d'anses ou d'arcades anastomotiques* ».

(1) Winslow, en 1732, connaissait déjà l'existence de ces anastomoses rétiformes. Voici d'ailleurs ce qu'il dit, à la fin de son traité sur les artères, dans son Exposition anatomique.

« *Je ne parle pas ici des anastomoses cutanées qui se trouvent partout, et qui sont d'une grande beauté chez le fœtus. Je n'y fait pas non plus le détail de la communication très fréquente et très considérables d'artérioles autour du périoste, laquelle communication représente un réseau très fin, une espèce de Rete Mirabile.* »

ques qui acquièrent un développement considérable dans le cas de la ligature de la fémorale par la méthode de HUNTER. »

POIRIER insiste beaucoup sur leur développement.

Pour LERICHE, on ne les voit guère, on les devine plus qu'on ne les isole à la dissection, et à la radiographie, après injection opaque, on ne les aperçoit pas très souvent. Ces artères ont une direction presque transversale, plus ou moins perpendiculaire à l'axe du membre, et constituent d'avant en arrière, et inversement, des sortes d'arcades irrégulièrement étagées, qui se perdent dans le muscle, s'y divisent de plus en plus et bientôt ne sont plus isolables. Le muscle est ainsi un vaste champ d'anastomoses artériolaires. Au niveau des saillies osseuses épiphysaires, il existe aussi un riche réseau anastomotique, mais il est emprisonné par du tissu fibreux peu susceptible de se dilater si c'était nécessaire. Contre les os, et surtout le long des nerfs, il en est de même, et en particulier le long du sciatique.

D) ANASTOMOSES CAPILLAIRES

Le système capillaire étant le système anastomotique par excellence, n'est-ce pas à leur niveau qu'un renversement circulatoire se produit lors d'une ligature ? Le sang reviendrait-il à contre-courant d'une artère voisine dans une artère vide ? Ce serait alors par l'intermédiaire d'un véritable réseau admirable, intentionnellement créé, que la circulation serait assu-

rée ! LERICHE pense que l'appel sanguin réalisé par la pression basse du réseau veineux, rend peu vraisemblable cette explication et par ailleurs on comprend mal une circulation à courants deux fois inversés devant des veinules béants.

En somme, on est conduit à supposer que la circulation se rétablit surtout par des *anastomoses artérielles non injectables et non disséquables intramusculaires* et d'un calibre à peine supérieur à celui d'un capillaire.

Toutefois, quand il existe des anastomoses par inosculation, des reliquats embryologiques utilisables, des voies directes, ce sont là des agents importants du rétablissement circulatoire, mais à l'état habituel ces dispositifs sont absents et c'est par des anastomoses réticulaires que la suppléance se fait.

CHAPITRE III

Données de l'Expérimentation.

Les auteurs dont nous avons parlé dans les précédents chapitres avaient surtout pour but d'établir par la dissection les voies possibles du rétablissement circulatoire, les dispositifs existant déjà et devant constituer la future voie de remplacement.

Toutes ces recherches nous ont montré que l'organisme possède des moyens pour remédier à la déficience du tronc principal. Ces moyens difficiles à déterminer par la dissection seule, l'on pouvait les mettre mieux en évidence en les étudiant sur des animaux préparés et essayer d'interpréter les faits qui se produisent comme conséquence d'une ligature.

Déjà, en 1822, Astley COOPER expérimentait sur un chien auquel il avait lié les deux carotides et les deux « fémorales : « Lorsque les deux ligatures furent tombées et que les plaies furent parfaitement cicatrisées, « je liai une artère brachiale. Après la guérison de « cette nouvelle plaie, je pratiquai la même opération « sur l'autre artère du même nom. L'animal supporta sur l'autre artère du même nom. L'animal supporta

« ces diverses expériences et survécut plus d'un an.
« Aussitôt après sa mort, il fut injecté ; la matière de
« l'injection passa de la manière la plus heureuse dans
« le cou et dans les cuisses et il en résulta des pièces
« anatomiques fort remarquables.

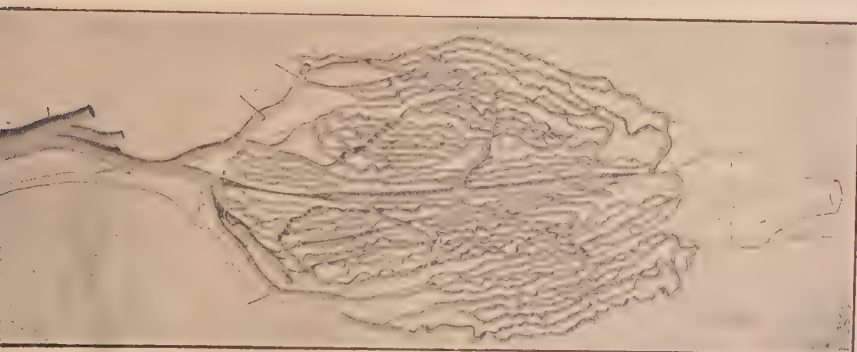
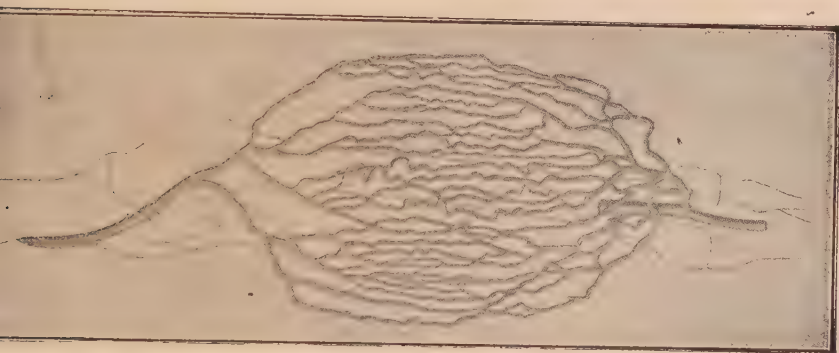
« Cette expérience n'avait pas seulement pour objet
« de constater jusqu'à quel point les anastomoses peuvent
« suppléer les vaisseaux artériels principaux,
« mais je m'étais encore proposer de rechercher s'il
« se produisait des changements dans la manière
« d'être de l'animal par suite de ces opérations qui for-
« çaient le sang à circuler dans des vaisseaux nom-
« breux et multipliés. M. CARLISLE, en effet a remar-
« qué que tel est le mode de circulation qui a lieu chez
« les animaux qui se meuvent lentement. Quant à ce
« chien, il est resté tout aussi agile et tout aussi gai
« qu'avant les expériences ».

Mais l'étude la plus complète qui ait été faite de la circulation collatérale, est celle de Luigi PORTA, Professeur de Clinique chirurgicale de Pavie. Il poursuivit ses recherches commencées dès 1845, pendant neuf années, sur 270 animaux qu'il a pu conserver jusqu'à deux ans et demi et davantage, ce qui donne à ses conclusions une réelle valeur.

Son texte, et l'examen de ses admirables planches nous montrent que la circulation se rétablit par deux voies, une directe, l'autre indirecte.

La première est constituée par des vaisseaux néoformés unissant les deux tronçons de l'artère oblitérée.

Schéma de la circulation collatérale indirecte après ligature
de l'artère fémorale chez le chien.



Figures 4, 5, 6 de Porta (*Milan, Tip. de G. Bernardoni*)

Clichés dûs à l'obligeance du Professeur Bolognesi.

Elle est représentée :

- 1° Par des vasa-vasorum dilatés ;
- 2° Par la présence de pelotons vasculaires artériels de consistance plutôt fragile ;
- 3° Par la riche jetée de vaisseaux allant du moignon artériel à l'artère ;
- 4° Par des vaisseaux qui se forment secondairement en dedans du lacis et de la cavité même des troncs oblitérés.

Les types 1 et 3 ont peu d'importance pratique. Ils se forment très rapidement, six jours après la ligature pour PORTA.

Beaucoup plus intéressants sont les types 2 et 4, c'est-à-dire les anastomoses allant d'un tronçon à l'autre, soit en dehors de la zone oblitérée, soit au travers d'elle. Elles se forment assez vite, au bout de deux à trois mois, elles sont très développées, et plus tard encore, elles sont extrêmement marquées (mais davantage chez les ruminants, brebis, chèvres, que chez les chiens).

La deuxième voie est constituée par des anastomoses profondes intra-musculaires et par des anastomoses superficielles sous-cutanées. Ces anastomoses sont de par elles assez grêles, et difficiles à injecter. Elles pourraient toutefois acquérir de l'importance dans des conditions pathologiques. Les vaisseaux que le sang choisit, dit PORTA, pour la nouvelle circulation, n'appartiennent pas au système capillaire, mais ce sont des anastomoses grêles qui se trouvent au milieu des faisceaux de fibres musculaires.

Il admet, en fin de compte, trois modifications du système artériel dans le membre du chien après ligature :

- a) L'oblitération du tronc ligaturé ;
- b) L'agrandissement de la lumière des vaisseaux latéraux ;
- c) Des modifications de calibre, de forme, de structure : dilatation, allongement, épaississement.

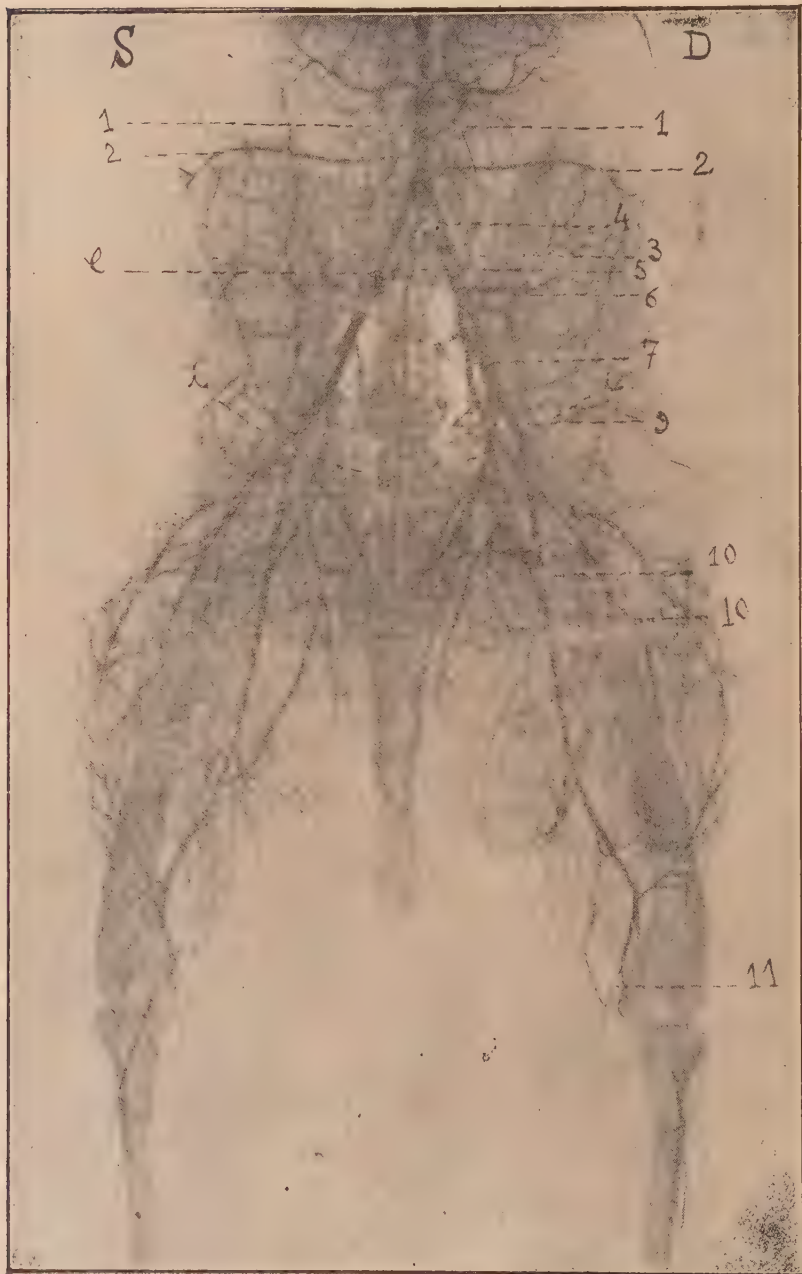
Plus tard, les recherches de KATZENSTEIN (1905), d'OFFERGELD (1907), faites avec des injections opaques permettant la radiographie, n'ont pas mis en évidence les deux réseaux de PORTA. Pour ces auteurs, après une ligature, le cercle collatéral est constitué, non pas tant par des grosses anastomoses préformées, que par des petits vaisseaux de calibre à peine supérieur aux capillaires représentant les dernières ramifications artérielles.

En 1910, MAUGERI, après avoir établi que chez le chien, la ligature des vaisseaux fémoraux et iliaques est bien tolérée, et que les seules altérations passagères que l'on observe (œdème, hémorragies interstitielles) se produisent après la ligature des veines seulement, démontre que, malgré la ligature supplémentaire des branches secondaires artérielles ou veineuses, le rétablissement circulatoire est possible.

Tout récemment, en 1919, BOLOGNESI a remarquablement étudié les effets d'une double ligature au catgut sur l'iliaque externe du chien. Sacrifiant ses animaux au bout de 4, 15, 30, 40, 60, et 90 jours, il injecta leur système vasculaire avec un mélange opa-

Ligature de l'artère iliaque externe chez un chien (après 90 jours)

(Clichés du Professeur Bolognesi)



D, côté droit - S, côté gauche - i, plaie inguinale - 1, siège de la ligature - 1, aorte - 2, circonflexe iliaque - 3, artère iliaque externe - 4, artère iliaque interne - 5, artère sacrée - 6, Ichiatique supérieure - 7, Ichiatique inférieure - 8, rameaux génitaux - 9, artère fémorale profonde - 10, artère fémorale (rameaux antérieurs) - 11, artère saphène - 12, artère fémorale (rameaux articulaires du genou).

que, suivant la formule de HAUCH, et les examina à la radiographie.

Pour lui, la circulation se rétablit rapidement et complètement, au point que les radiographies des vaisseaux injectés ne révèlent aucune différence entre le membre sain et le membre lésé.

De l'examen de ses radiographies, il conclut que :

1° Tout le territoire artériel, en aval de la ligature, a des rameaux plus gros que le côté sain, avec des branches secondaires plus nombreuses ;

2° Au niveau de la ligature, au bout de deux à trois mois, il y a une véritable circulation collatérale directe avec de petites ramuscules communiquant, ou même une reprise complète de la canalisation au travers du segment de l'artère qui fut exclu entre deux ligatures ;

3° Enfin, les rameaux fessiers de l'hypogastrique, l'ischiatique surtout, prennent part à la formation de la circulation collatérale « *en devenant plus gros, plus riches en branches et en s'anastomosant amplement avec les branches de la fémorale* ».

Somme toute, la circulation se rétablit, comme le veut PORTA, pour le mode direct et indirect, mais par un mécanisme beaucoup plus simple. La circulation latérale directe a peu d'importance : elle est tardive et représente la dernière étape de la reprise anatomique de la circulation.

Pour BOLOGNESI, le rétablissement circulatoire est plus l'œuvre d'une voie artérielle préexistante (ischiatique surtout), que de la néoformation de branches tortueuses, au début tout au moins et, sur ce

point, BOLOGNESI, s'éloigne des résultats obtenus par KATZENSTEIN et par OFFERGELD.

LERICHE (1922), a fait des recherches du même genre que BOLOGNESI, KATZENSTEIN, OFFERGELD. Chez plusieurs chiens, dont on trouvera les observations dans la thèse de RASSAT, il a lié la fémorale dans le bassin et en a reséqué une partie entre deux ligatures. Dans un délai de 60 à 120 jours après, les animaux ont été sacrifiés, injectés, et aussitôt après, le Professeur CLUZET en a fait des radiostéréoscopies, puis les animaux ont été disséqués dans le laboratoire d'HOVELACQUE.

Voici que ce dit le Professeur LERICHE :

1° « *La simple ligature ne donne qu'un petit nodule fibreux au-dessus et au-dessous duquel l'artère est comme aplatie et effilée sur quelques milimètres. Ce segment effilé s'injecte mal ; au-dessous du segment inférieur, l'artère offre un calibre moins considérable que du côté opposé et ne fournit que des rameaux très grêles. A partir du deuxième mois, à la stéréoscopie, on trouve près de la ligature deux, trois ou même quatre anastomoses latérales du type décrit par Luigi PORTA. Si on a coupé l'artère entre deux ligatures, les moignons sont souples, forment de petits culs-de-sacs côniques ; de l'un à l'autre, vont de fines artérioles qui parfois se jettent dans une petite collatérale voisine ; et l'on a l'impression que, plus on s'éloigne de la date de la ligature plus elles sont grosses. A la radiostéréoscopie, on les voit situées sur des plans diffé-*

Artères chez un chien sacrifié deux mois après ligature unilatérale de la fémorale.

(Injection au minium - térébenthine) radiographie stéréoscopique)

Travaux du Professeur LERICHE

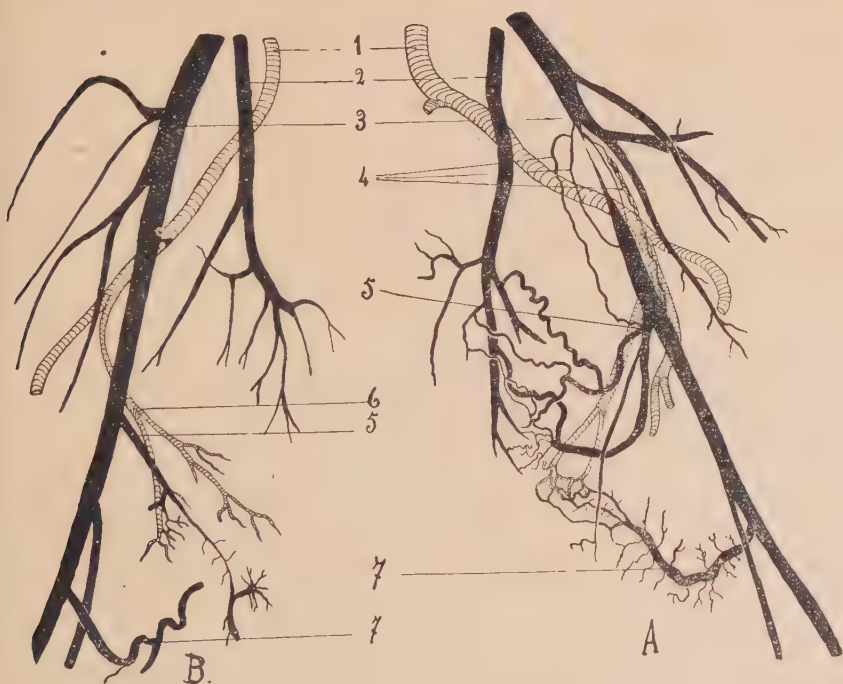


Schéma d'après plusieurs clichés radiographiques (RASSAT)

A. Artères du côté de la ligature. Le siège de la ligature est indiqué par l'interruption artérielle que l'on voit dans la partie supérieure de la figure. Remarquer la terminaison ciliée des segments artériels au voisinage de la ligature. Observer le trajet, le volume, le mode d'épanouissement des collatérales. Noter le nombre et la forme des rameaux anastomotiques. — B. Artères du côté opposé à la ligature. Étudier le volume des différentes artères, le comparer à celui des artères du côté opposé. Remarquer la distribution en rameaux droits, réguliers, peu nombreux. — 1. Artère ischiatique. 2. Fémorale profonde. 3. Fémorale superficielle. 4. Collatérales directes de L. Porta. 5. Fémorale postérieure et supérieure. 6. Branche interne de l'ischiatique. 7. Fémorale postérieure et inférieure.

rents, formant de véritables ponts anastomostiques tendant à rétablir la continuité artérielle.

Bref, la circulation collatérale directe de PORTA, paraît être quelque chose de constant. »

Une question posée souvent se trouve alors solutionnée. Après la ligature se forme-t-il de nouveaux vaisseaux où les artères que l'on constate ne sont-elles que des voies normalement indisséquables rendues invisibles par dilatation ? Il est certain, après les recherches de PORTA, BOLOGNESI et LERICHE, qu'il y a à nouveau formation vasculaire. « *Il est vraisemblable, dit LERICHE, que des vaisseaux se forment sous l'empire des nécessités par le procédé habituel de formation des vaisseaux sanguins dans le tissu cellulaire, et c'est peut-être parce que le tissu cellulaire du chien est plus fibreux, plus dense, comme l'a fait remarquer POLICARD, que la circulation latérale directe a moins de développement chez lui que chez les chèvres et les agneaux, ainsi que l'avait noté PORTA.*

« *On en pourrait conclure que, chez l'homme, il y a peut-être, à ce point de vue, de grandes variations individuelles, car nous n'avons pas tous la même qualité de tissus conjonctifs.* »

2° Les collatérales artérielles nées au-dessous de la ligature sont beaucoup plus développées que du côté sain et donnent des rameaux de calibre croissant à mesure qu'on va vers la profondeur. Les branches secondaires qui en naissent sont plus nombreuses, plus

tortueuses et plus grosses que celles du côté opposé : parfois, leur volume est triple « aussi, à première vue, « est-ce le côté ligaturé qui paraît avoir la circulation « la plus riche à la radio-stéréoscopie, cela sur-
« prend, tandis que du côté sain l'artère se divise en
« abordant les muscles en un certain nombre de
« rameaux au trajet rectiligne, progressivement
« décroissant et se terminant brusquement avec l'as-
« pect d'un arbre dépouillé de ses feuilles, du côté de
« la ligature, les rameaux ont un trajet plus compli-
« qué, une apparence hélicine très particulière; leur
« calibre reste constant et ils vont, pour la plupart,
« s'anastomoser par des trajets sinueux avec des
« rameaux venant comme eux, d'autres artères ».

En somme, les artères musculaires semblent former un véritable plexus anastomotique étalé au voisinage de la ligature.

3° Les artères du système voisin, l'ischiatique surtout, sont plus volumineuses du côté lié que du côté sain, mais « il est exceptionnel qu'elles contractent des
« anastomoses avec le système de l'artère fémorale ».

En somme, de ces recherches, on peut conclure : que la circulation de suppléance se fait par *la dilatation des artérioles intra-musculaires*, et qu'elle organise son système définitif dans les muscles.

Plus tard, la circulation tend à reprendre *la voie normale* ainsi que le montre l'apparition des vaisseaux de calibre appréciable que sont les anastomoses directes de PORTA.

Aussi la circulation doit-elle progressivement s'améliorer avec le temps chez les ligaturés.

DEUXIÈME PARTIE

Les Conditions Physiologiques.

CHAPITRE PREMIER

Le temps nécessaire au rétablissement du courant sanguin.

GUATTANI et DESAULT avaient bien au début essayé de résoudre ce problème, mais l'étude de leurs ouvrages nous montrent qu'ils se sont peu approfondis sur cette question.

Paul BROCCA a essayé de déterminer la durée nécessaire au rétablissement de la circulation du sang.

Sur un chien, de grande taille, il désarticule rapidement le genou, avant de procéder à la ligature de la fémorale à l'aîne. Un jet unique, volumineux, jaillit de la poplitée jusqu'à 1 m. 20. Il serre alors la ligature, au bout de quelques secondes, l'hémorragie s'arrête. Mais une minute après, le sang bave, après trois minutes, un jet véritable se produit, et le jet atteint 30 centimètres, après cinq minutes, limite qu'il ne dépasse pas

pendant l'expérience. A partir de la cinquième minute, un second jet, plus ferme, plus saccadé, de 20 centimètres, s'élance à travers une petite collatérale. Au bout de dix minutes le sang s'arrête par coagulation.

En 1876, E. SONNENBURG a établi la rapidité du rétablissement circulatoire par la mesure des pressions en aval de la ligature. Ses chiens, de taille moyenne, curarisés, sont soumis à la respiration artificielle. Sur l'aorte abdominale, au-dessous de la naissance des artères rénales, on plaçait un fil. Un Kymographion était mis en communication soit avec le bout artériel de l'artère fémorale, soit avec son bout périphérique, soit avec la pédieuse.

Dans le premier cas. — Si l'on tirait sur le fil, ou si l'on exerçait sur l'aorte une compression digitale, la pression de la fémorale diminuait lentement, mais ne disparaissait pas tout à fait. Dès qu'on lâchait le fil, dès que la compression n'existait plus, la pression redevenait normale.

Après la ligature de l'aorte, la pression tombait de 110 $\frac{m}{m}$. hg à 66 $\frac{m}{m}$. ; au bout de 300 secondes, elle commençait à se relever, au bout de 700 secondes, les pulsations reparaissaient d'autant plus marquées que l'animal manifestait une dyspnée plus considérable.

Deuxième cas. — Le relèvement de la pression se fit comme dans la première expérience, mais beaucoup plus longtemps après.

Troisième cas. — La ligature portait alors sur la crurale. Au bout de trois minutes, la pression artérielle commençait déjà à se relever.

En 1922, LERICHE a repris et vérifié l'expérience faite plusieurs fois par Paul BROCA.

Sur un gros chien, il découvrait la fémorale au pli de l'aîne. Il plaça une ligature sous l'artère, en prenant soin de ne pas lier le fil. La désarticulation du genou fut rapidement faite. Aussitôt la plaie fournit deux jets, l'un venant d'une artère : l'artère saphène sans doute, et l'autre, venant de la poplitée; celui-ci étant fort giclait à 80 centim. ou à un mètre. Alors l'artère fémorale fut liée. Laissons la parole au Professeur LERICHE : *« Immédiatement l'hémorragie s'arrêta. Au bout de une minute et demie, le sang commençait à baver à la poplitée où s'était fait déjà un début de coagulation, j'essuie l'artère, j'en affranchis les bords. Au bout de deux à trois minutes, le jet poplitée atteignait de 30 à 40 centimètres (BROCA dit 30 centimètres au bout de cinq minutes, ce qui prouve qu'il y a des variations) au bout de cinq minutes, deux autres artères, jusque-là invisibles, dans les muscles, donnaient chacune un petit jet de 15 à 20 centimètres. Au début de l'expérience, ces deux artères n'avaient pas saigné, ce qui indique sans doute que, dans ce moment, la vaso-dilatation existait à la périphérie.*

Pour bien voir d'où venait le sang récurrent, je pinçais l'iliaque externe (ou, plus exactement, d'après la nomenclature vétérinaire, la crurale dans le bassin), le jet ne diminua pas, il me fallut remonter jusqu'à l'aorte, au-dessus des artères lombaires, pour voir l'écoulement de sang par la poplitée s'arrêter définitivement ».

Quelle est la valeur de ces expériences ? Pour BROCA, pour d'autres peut-être, l'opinion est que les animaux, les chiens en particulier, ont des collatérales plus nombreuses, qui se dilatent plus rapidement que chez l'homme. Mais nous n'en avons pas la preuve : c'est une affirmation que rien ne prouve.

D'ailleurs, chez l'homme sain, après la ligature de la fémorale, quand les conditions locales ou générales, dont on parlera plus loin, sont réalisées, il ne se produit rien d'anormal et tout se passe comme chez les animaux : il n'y a aucun phénomène ischémique grave.

D'une façon générale, on peut dire que la circulation s'établit tantôt lentement, tantôt avec la plus grande rapidité, sans qu'on puisse arriver à des données plus précises, même de nos jours. Mais il est indiscutable que la circulation se rétablit le plus souvent rapidement.

Lorsqu'on ligature un gros tronc, et qu'on sectionne l'artère, il n'est pas rare de voir le sang revenir spontanément par le bout inférieur. Ce fait a été observé sur toutes les artères, et le voisinage immédiat d'une collatérale n'est pas indispensable. L'humérale, à la partie moyenne du bras, a des collatérales assez distantes et le phénomène s'y produit de la même façon.

CHAPITRE II

Les Théories mécaniques et vitales du Rétablissement circulatoire.

Depuis longtemps les physiologistes ont essayé de déterminer les facteurs qui président à l'établissement de la circulation collatérale. Dès le début, ils se sont divisés en deux groupements plus ou moins intransigeants.

Pour les uns, tout s'explique par des causes mécaniques: les voies collatérales et anastomotiques se dilatent sous le fait de l'augmentation de la pression en amont de l'artère oblitérée, et de sa diminution en aval : c'est la théorie mécanique.

Pour les autres, c'est grâce aux vaso-moteurs, ou pour parler de façon plus générale, c'est par une action vitale que les voies anastomotiques se dilatent au bon moment : c'est la théorie vitale.

1° LA THÉORIE MÉCANIQUE :

Elle fut mise en avant par A.-W. VOLKMANN et LIEBERMEISTER, soutenue par O. WEBER, MAREY, TALMA, RECKLINGHAUSEN.

Pour MAREY, « il ne faut pas chercher en dehors des causes physiques l'influence qui rétablit le cours du sang à travers les voies collatérales. Ces voies se dilatent graduellement parce que la pression du sang à l'intérieur devient plus forte et cette augmentation de la pression sanguine est un effet direct de l'oblitération de l'artère ».

TALMA, en 1880, a étudié chez le chien les effets de la ligature de la crurale. Il constate au moyen de son tonomètre une augmentation locale de pression en amont de l'artère liée. Quoique manifeste, cette surpression n'augmente pas immédiatement le diamètre des artères qui se détachent au-dessus de la ligature. Les parois artérielles sont peu extensibles. Elle provoque seulement une dilatation, d'ordre purement mécanique, des capillaires des réseaux alimentés par les collatérales. Des capillaires, la dilatation passerait graduellement aux troncs de plus en plus gros pour atteindre enfin les troncs qui se détachent au-dessus du point lié.

L'action persistante de l'hyperpression serait le grand facteur de ces phénomènes. Et pour TALMA, il n'y aurait pas lieu de faire intervenir une dilatation vaso-motrice des vaisseaux du territoire anémié. En effet, il lie la crurale chez un chien. La température fort basse de la patte correspondante, prise au niveau de la jambe, se relève brusquement lorsqu'on sectionne le sciatique de ce même côté, et qu'on l'irrite mécaniquement par des sections répétées avec des instruments tranchants. Il s'agit d'un phénomène de dilatation vasculaire.

D'après TALMA, si les vaso-dilatateurs, jouaient un rôle, dans la production du rétablissement collatéral, on devrait s'attendre à trouver les vaisseaux dilatés déjà au maximum et l'on n'obtiendrait pas de vaso-dilatation par la section du sciatique. De même la destruction mécanique de la moelle lombaire (la section de la moelle dorsale ayant été pratiquée quelques jours auparavant) provoque une augmentation de la température de la jambe encore plus marquée, et cependant l'artère crurale venait d'être liée.

Ces procédés d'investigations de TALMA, ont été vivement critiqués par S.R. HERMANIDES, en 1881. Il nie l'augmentation de pression locale, en amont de la ligature. Il attribue l'accélération de la circulation collatérale à la diminution de pression locale qui règne dans le territoire vasculaire primitivement irrigué par l'artère oblitérée.

Les ganglions contenus dans la paroi artérielle joueraient un grand rôle, mais l'auteur ne prouve ni ne précise ce rôle.

CORIN, en 1887, mesure la pression dans le cercle artériel de Willis, au moyen d'un manomètre fixé dans le bout périphérique d'une carotide. Il constate alors que l'oblitération de l'artère carotide et des deux vertébrales ne produit qu'une lésion momentanée dans le cercle artériel. Bientôt la pression remonte par suite de la dilatation des voies collatérales. D'après CORIN, cette dilatation dépend de l'augmentation de la pression artérielle générale. Il est facile de constater cette hyperpression par le tracé du manomètre fixé dans le bout cardiaque de la carotide.

Pour V. RECKLINGHAUSEN, le plus grand rôle est dévolu au territoire avasculaire qui exerce un appel considérable sur la masse sanguine.

NOTHNAGEL (1886-1889) attache également une grande importance à la diminution de pression en aval de la ligature. Cette diminution de pression, dans la région anémiée, provoque dans les collatérales qui s'y rendent, une augmentation de vitesse du courant sanguin, ce qui amène l'élargissement et l'hypertrophie des ramuscules vasculaires qui constituent des anastomoses directes entre le territoire vasculaire d'amont et d'aval.

Ses expériences ont été faites sur la crurale du lapin. Il a montré que la circulation collatérale, n'est nullement influencée par la section ou la conservation des nerfs du membre.

En outre, il étudia anatomiquement le phénomène et trouva par l'examen macroscopique un développement de riches anastomoses latérales à la partie moyenne de la circonflexe fémorale et de la fémorale profonde, entre les deux troncs de l'artère liée. A l'examen microscopique, un épaissement des anastomoses par hypertrophie et par hyperplasie des fibres musculaires de la tunique moyenne. Pour l'auteur, cet épaissement serait causé par l'accélération du cours du sang, dans les voies anastomotiques, qui apporteraient aux tissus des tuniques du vaisseau, au moyen des vasa vasorum, un plus grand matériel nutritif qu'à l'ordinaire. Ce changement rapide de structure et cet anormal développement de fibres élastiques dans les

artères, remarqué par NOTHNAGEL et FICHERA, a été retrouvé, de nos jours, par POLICARD, sur des pièces humaines fournies par LERICHE. Nous en reparlerons plus loin. Il s'agit là d'un phénomène extrêmement important.

2° LA THÉORIE NERVEUSE

La deuxième théorie attribue aux nerfs vaso-moteurs, ou tout au moins à des influences vitales, un rôle prépondérant. Elle a été soutenue par : SAMUEL (1869), Brown SEQUARD (1870), LATSCHEMBERG et DEHANA (1876), ZUNTZ (1878), CONHEIM (1882), STEFANI (1886), HURTHLE (1869), CAVAZZANI (1891).

Pour Brown SEQUARD. « La ligature d'une artère
« paralyse les nerfs qui l'accompagnent et produit
« conséquemment la paralysie des ramifications de ce
« vaisseau, d'où il suit que le sang des vaisseaux col-
« latéraux trouvant une voie largement ouverte dans
« les parties où se distribue l'artère liée, y afflue, et y
« produit quelquefois de la congestion et une élévation
« de la température. »

SAMUEL avait remarqué que l'huile de croton ne produisait aucune réaction inflammatoire si l'on en versait une goutte sur des tissus anémiés par la ligature, contrairement à ce qui se passe sur des tissus normaux. Aussi, a-t-il utilisé cette propriété pour révéler et déterminer le moment du rétablissement circulatoire.

Après avoir lié la carotide, il a constaté que la circulation dans l'oreille du lapin se rétablit au bout de 36 à 40 heures et même plus tôt, 24 à 30 heures si le sympathique est en même temps coupé. Au contraire, la section des nerfs sensibles apporte un retard de 48 heures environ à l'apparition de la réaction inflammatoire, indice du retour du courant sanguin. La circulation collatérale met six jours à se rétablir après ligature de l'artère auriculaire à la base de l'oreille, et plus de 15 jours, après la section des nerfs grand et petit auriculaire et de l'auriculo-temporal. Mais si l'on coupe en même temps le sympathique, le rétablissement de la circulation est de nouveau hâté.

LATSCHENBERG et DEHANA (1876), ont constaté que la ligature de la crurale provoque une élévation de pression générale. Si l'on produit ensuite la désobstruction, on constate une chute de pression plus forte après section du sciatique. L'élévation et la chute de pression ne se montrent plus après section des nerfs sciatique et crural: il s'agit donc d'une action nerveuse réflexe exercée sur les centres vaso-moteurs par des filets centripètes presseurs et dépresseurs provenant des vaisseaux.

Les auteurs admettent que la diminution de la pression du sang dans une région donnée est une condition suffisante pour provoquer une excitation réflexe des nerfs centrifuges vaso-dilateurs locaux. Ainsi, seulement lorsque les nerfs du membre sont intacts, une augmentation de la pression sanguine se produit. Elle persiste jusqu'à ce que la pression normale se réta-

blisse dans le territoire de l'artère oblitérée. C'est là, la condition du rétablissement collatéral, et l'on ne peut nier, qu'il ne se produise sous une influence nerveuse.

ZUNTZ (1878) subordonne la formation du cercle collatéral à l'action combinée

1° De la diminution des résistances, par dilatation des vaisseaux dans le territoire anémié à la suite de la ligature ;

2° De l'augmentation de la pression générale du sang par constriction des vaisseaux des autres territoires.

Mais il croit plus à une excitation de nature chimique que mécanique. Le rôle le plus grand est dévolu à l'asphyxie locale provenant de la stagnation du sang. Il fonde son hypothèse, sur le fait que l'augmentation de la pression sanguine générale se produit non seulement après la ligature de l'artère seule, mais aussi après celle de la veine seule. Or la veine produit une dyspnée locale, et ne peut produire une diminution de pression artérielle locale.

Cette dyspnée locale, provoquerait une vaso-dilatation locale, accompagnée d'une vaso-constriction générale réflexe.

STEFANI, en 1886, dans ses premières recherches sur la salamandre, la grenouille, sur lesquelles il lie l'artère axillaire, observa des troubles ischémiques seulement lorsqu'il sectionnait en même temps les nerfs du membre. Ses expériences sur les lapins, les

pigeons lui donnèrent des résultats à peu près identiques, mais pas toujours.

Des recherches postérieures, en 1887, lui démontrent que :

1° Après une ligature de la fémorale dans un membre innervé normalement, il se produit une diminution de température plus petite que celle qui survient dans un membre privé de son innervation par le sciatique ;

2° Dans le membre postérieur normalement innervé après cette diminution de température, se produit une rapide élévation thermique. Au contraire, dans le membre privé d'innervation, l'élévation thermique est tardive.

Finalement, STEFANI, en présence de résultats quel que peu contradictoires et de résultats favorables, admet :

a) Que le système nerveux favorise la formation du circuit collatéral. Il provoquerait la dilatation des vaisseaux anémiés. Cette dilatation serait l'effet d'une action nerveuse réflexe produite par excitation centripète, subordonnée à l'asphyxie locale ;

b) Que des actions autres que les influences nerveuses concourent au rétablissement de la circulation.

E. CAVAZZANI (1891) a expérimenté sur les carotides pour démontrer l'influence directe du système nerveux dans la dilatation des voies collatérales après ligature. Au moyen d'un manomètre, fixé dans le bout périphérique d'une carotide, il mesure la pression. Il lie ensuite l'artère carotide et observe les modifications

qui se produisent si l'on sectionne ou non au préalable le grand sympathique.

Aussitôt après l'occlusion, la pression baisse notablement dans l'hexagone de Willis, puis elle ne tarde pas à se relever par suite de la dilatation des autres vaisseaux, en particulier de l'artère vertébrale, qui alimentent la région anémiée. Cette dilatation ne s'observe plus après la section du grand sympathique cervical : elle est donc d'origine nerveuse. Elle serait déterminée par voie réflexe, et l'excitation périphérique qui en est le point de départ est très probablement représentée par l'anémie vasculaire.

K. HURTHLE (1889) montre que si l'on comprime les carotides, ou si l'on excite le bout céphalique du grand sympathique, l'augmentation de la pression générale aortique qui en est la conséquence, ne se produit plus, ou est insignifiante, après la section de la moelle épinière cervicale. Par suite, cette hausse de pression paraît due à une constriction vasculaire réalisée dans d'autres territoires vasculaires et due probablement à une excitation anémique des centres vasomoteurs. Si l'on relâche la carotide comprimée, la pression dans le cercle artériel de Willis ne remonte généralement pas à son niveau primitif : il y a donc, là, dilatation locale du territoire anémié.

En 1857, KUSSMAUL et TENNER avaient établi que, chez le lapin, l'occlusion brusque et définitive des carotides et des vertébrales amène en général la mort de l'animal.

GILTAY, en 1895-1896, a repris des expériences

analogues. Il a observé qu'une occlusion temporaire, de quelques secondes, des carotides après que les vertébrales ont été liées, provoque aussitôt la désocclusion des carotides, au bout de deux ou trois minutes, une dilatation des voies collatérales, en particulier des artérioles provenant des sous-clavières. Cette dilatation est suffisante pour alimenter les centres nerveux et leur permettre, à ce moment-là, de supporter l'occlusion définitive des carotides, opération, qui, comme l'avaient montré KUSSMAUL et TENNER, pratiquée d'emblée, aurait été mortelle.

Aussi une occlusion temporaire de quelques secondes permet à l'animal de supporter une ligature définitive survenant trois minutes plus tard, et cela par une action vaso-motrice agissant sur les voies collatérales émanées des sous-clavières. KUSSMAUL et TENNER, lorsqu'ils liaient les quatre artères nourricières de la tête du lapin n'aboutissaient qu'à la mort de l'animal parce que la dilatation des voies collatérales se produisait dans ce cas avec un retard trop grand pour que l'animal puisse encore être sauvé.

En 1897, A. BIER insiste sur une expérience analogue à une de celles effectuées par MAREY, en 1891. Les extrémités, bras ou jambes, quand on les a anémiées temporairement, par la bande d'ESMARCH, et, qu'on enlève le lien, de manière à laisser de nouveau libre accès au sang : une énorme hyperthermie artérielle se montre. Pour BIER, cette hyperthermie consécutive à l'anémie est indépendante du système nerveux central. Elle dépend d'un état particulier, provoqué localement par l'anémie.

Voici l'une de ses expériences. On ampute complètement sur un porc, une des pattes antérieures, en respectant seulement l'artère et la veine axillaire. La circulation artérielle est interrompue, au moyen d'une pince, pendant cinq minutes. Puis, on rétablit le cours du sang en enlevant la pince. Il se produit alors une congestion, tout à fait comparable à celle qui se manifeste après une application de la bande d'ESMARCH.

Il y a un véritable appel de sang dans tout le territoire anémié comme si ce territoire éprouvait le besoin de l'irrigation. Cette attraction se manifeste seulement pour le sang artériel. En effet, si l'on provoque un commencement d'asphyxie de manière à rendre le sang veineux, la congestion, consécutive à l'anémie, ne se montre plus.

Ce serait cet appel qui serait le facteur important du rétablissement circulatoire. Cependant certains organes, notamment l'intestin, n'éprouvent pas cette sensibilité spéciale vis-à-vis de la privation du sang. Un intestin vide, anémié par la compression temporaire de ses artères, ne se congestionne pas, au moment où la compression s'arrête. Cette insensibilité de l'intestin, vis-à-vis de l'excitant due à l'anémie, est sans doute en rapport avec ce fait, signalé par les chirurgiens, que la circulation collatérale ne s'établit pas après l'oblitération des artères de l'intestin et que l'arrêt de la circulation y conduit fatalement à la nécrose.

CHAPITRE III

1° Les Facteurs importants du Rétablissement Circulatoire.

2° Adaptation fonctionnelle de l'artère liée.

Nous venons de voir que les auteurs s'étaient divisés en deux groupes : les partisans de la théorie mécanique et les partisans de la théorie nerveuse ou vitale.

Comment a-t-on accueilli ces théories ? Pour les auteurs de ces dernières années, les facteurs du rétablissement collatéral circulatoire ne se prêtent pas à une division aussi nette, et l'on ne peut souscrire à l'intransigeance des partisans de chacune de ces théories. Il y a lieu d'examiner isolément, mais avec soin, les facteurs qui semblent entrer en jeu pour maintenir une circulation suffisante au moment, où brusquement une ligature trouble le courant normal du sang dans un membre.

Ces facteurs sont de plusieurs ordres. Il y a des *facteurs anatomo-physiologiques* et des *facteurs techniques*.

LES FACTEURS ANATOMO-PHYSIOLOGIQUES

ROLE DES CAPILLAIRES SOUS LES INFLUENCES HUMORALES OU CHIMIQUES

ZUNTZ, STEFANI, CAVAZZANI, K. HURTHLE, A. BIER s'acheminaient déjà vers cette idée, mais il faut arriver aux recherches de KROCH, DALE et HOOKER pour pouvoir nettement isoler les facteurs chimiques et leur donner la place importante qui leur convient.

D'après KROGH, à l'état normal, les capillaires ont une motricité propre, et ils sont loin d'avoir le rôle passif que leur assignaient les classiques.

Dans les muscles au repos, la plupart sont fermés, ne laissant passer que du plasma. Seul, un petit nombre d'ouverts assure une circulation suffisante, puis, au bout d'un instant, les capillaires contractés se dilatent, tandis que les capillaires dilatés se ferment.

Il se produit une véritable alternance d'ouverture et de fermeture, rythmique, et qui n'est pas le fait du hasard.

Ces alternances sont en effet réglées par le sympathique sous des influences humorales ou chimiques. C'est ainsi que l'oxygène, l'adrénaline amènent une contraction plus ou moins générale des capillaires ; au contraire, certaines substances, et en particulier les produits de désintégration des tissus, engendrent une dilatation générale des capillaires.

Parmi ces dernier produits, il en est un, bien étudié par BARGER et DALE : c'est l'histamine.

L'histamine dérive de la désintégration d'un acide aminé de l'organisme sous l'effet de certaines diastases organiques ou de certains microbes. La désintégration, aseptique ou non, des tissus, en libérant l'histamine des corps voisins, produit par suite une dilatation considérable des capillaires : c'est un phénomène que l'on constate très bien dans le choc.

De récents travaux de HOOKER permettent d'entrevoir ce qui se passe après une ligature.

Cet auteur a observé qu'après la mort, il se produisait régulièrement des contractions et des dilatations alternantes des capillaires avec mouvements réciproques des veinules. Pendant 15 minutes environ, une sorte de mouvement péristaltique chasse le sang des capillaires dans les veinules, puis le mouvement s'arrête dans les veines.

Les veines alors se relâchent et le sang reflue vers les capillaires. Cela dure environ 45 minutes, ensuite la rigidité se fait, les capillaires se contractent, restent vides : la mort des tissus commence. Une ligature causant l'asphyxie des tissus, et en quelque sorte leur mort, des phénomènes identiques doivent se passer, et pour mon Maître, le Professeur LERICHE « *les capillaires doivent se vider par un automatisme chimique même en dehors de toute action de pression, et finalement les artérioles terminales sont de ce fait prêtes à recevoir tout le sang qui pourra leur venir du voisinage.* »

Dans quelle mesure cette dilatation intervient-elle

dans la préparation d'une anastomose rétiforme intramusculaire lorsque le muscle est ischémié ?

Pour LERICHE on ne saurait le dire, la question dépasse la compétence chirurgicale. « *Je ferais, dit-il, simplement remarquer que BIER, dans une expérience plastique, avait mis en évidence le rôle actif des petits vaisseaux dans le rétablissement circulatoire et c'est ce que nous retrouvons ici.* »

D'ailleurs, on pourrait étudier facilement ces phénomènes chez l'homme, aux membres supérieurs surtout, par la capillaroscopie de LOMBARD et WEISS. Il est en effet aisé, par ce moyen, d'examiner ce qui se passe, au niveau des capillaires, au moment d'une ligature.

Les Professeurs LERICHE et POLICARD (1920) en avaient commencé l'étude, mais ils n'ont pas eu l'occasion de la poursuivre.

Dans le fait observé, la ligature avait produit une contraction complète des anses capillaires de la lunule sus-unguéal plus marquée que celle fournie par l'excitation du sympathique. Mais LERICHE et POLICARD n'ont pas pu assister aux phénomènes de retour.

RÔLE DE L'AUGMENTATION DE LA PRESSION ARTÉRIELLE

A priori, il semble qu'une certaine hyperpression est nécessaire, pour que le sang dilate les anastomoses et remonte les artères à contre-courant. Il a été même assez facile d'attribuer à l'hyperpression un

rôle important puisque, sur le cadavre, une injection colorante, poussée avec une certaine force, répand, malgré une ligature, toute la masse liquide injectée, à travers le réseau vasculaire intéressé.

Mais il s'agit là d'une expérience faite sur le cadavre, et la pression artérielle que crée la contraction ventriculaire, n'a rien de comparable à celle que produit l'expérimentateur avec sa seringue. Aussi on ne peut tabler sur de pareils faits pour admettre l'existence de cette hypertension favorable.

Existe-t-elle vraiment ? Il est indiscutable que la ligature brusque amène une augmentation de pression en amont, d'autant plus grande qu'il s'agit d'une artère plus importante. Le fait clinique a été plusieurs fois noté; par contre, on ne trouve pas de mensuration précise faite chez l'homme.

TUFFIER a signalé, après une ligature de l'artère sous-clavière, une hypertension énorme qui dura plusieurs heures.

KATZENSTEIN, OFFERGELD, ont beaucoup étudié cette question chez les chiens. Ils ont vu que l'augmentation de pression se maintenait plus longtemps pour l'aorte, pour l'iliaque commune, que pour la fémorale. Aussi HALSTED s'est-il demandé si ce n'était pas pour cette raison que les troubles ischémiques sont d'autant moins fréquents que la ligature est située sur une artère plus ou moins grosse.

En effet : on n'a jamais observé de gangrène périphérique après la ligature de l'aorte. Après la ligature de l'iliaque commune, c'est peu fréquent; après ligature de l'iliaque externe, c'est plus fréquent; après

ligature de la poplitée, c'est banal. De même au bras, la ligature de la sous-clavière est moins dangereuse que celle de l'axillaire.

Cette augmentation de pression est utile, mais *est-elle nécessaire?* Pour LERICHE, cela ne fait pas de doute. Chez les anémiés, par brusque hémorragie, chez les choqués, les accidents d'ischémie sont bien plus fréquents que chez les individus à pression normale.

AMBARD a montré qu'une saignée représentant 20 à 30 0/0 de la masse sanguine, produit un abaissement sensible de pression. Après 40 0/0, le pouls n'est plus perceptible. Chez l'homme, une perte de 20 0/0 représente 1.200 grammes environ. Nombreux sont les blessés de la guerre qui avaient perdu cette quantité de sang avant d'être opérés. Peut-on alors s'étonner de la fréquence des accidents gangréneux dans de pareilles conditions.

« *Il y a certainement là, dit LERICHE, un des facteurs de la plus grande gravité des ligatures en chirurgie de guerre et il est incontestable qu'à ce seul point de vue, il y a nécessité de transfusion ou d'injection massive de sérum intra-veineux (2 à 3 litres) chez le blessé ayant saigné et pour lequel se pose l'indication pressante d'une ligature.*

« *Sans doute, expérimentalement, l'augmentation de la masse sanguine n'amène pas un accroissement bien grand de la pression parce que rapidement le rein se débarrasse du liquide introduit en excès, mais chez les hypotendus, il n'en est pas de même, la pression en est augmentée et de là permet à la*

« *masse sanguine de dilater mécaniquement la voie artérielle accessoire.* »

Cette dilatation se produisant, comme le veut TALMA, d'abord sur les capillaires, puis sur les artérioles avant de remonter lentement vers les troncs, ce qui est très logique, puisque c'est grâce aux anastomoses rétifformes que la suppléance se fait. Cette dilatation, produisant en même temps comme l'ont montré NOTHNAGEL, FICHERA, sur des pièces expérimentales d'animaux, LERICHE et POLICARD sur des pièces humaines, un changement rapide de structure et un développement anormal de fibres élastiques dans les artères.

RÔLE DE L'HYPOTENSION EN AVAL

Ce rôle est considérable. Il a été bien étudié par Von OPPEL, HALSTED et HOOKER. Cette hypotension est manifeste. HALSTED et HOOKER ont vu, après ligature de l'iliaque externe, la pression tomber de 114 $\frac{m}{m}$. d'Hg à 25-26.

Chez l'homme, après une ligature, on n'obtient avec le Pachon, aucune oscillation, et d'après certaines évaluations la pression tomberait à un tiers de ce qu'elle est normalement ou un peu au-dessous.

Cette hypotension produit un brusque appel de sang qui vient en aide à la poussée hypertensive qui se produit en amont. Grâce à ces deux facteurs, en quelques minutes, la pression remonte à peu près à la moitié de la normale. Généralement, elle se maintient ainsi pen-

dant plusieurs jours. Mais parfois l'hypotension peut augmenter par suite de l'aspiration que produit le système veineux, soumis à une pression plus basse encore, parfois même négative. Et dans ce cas il y a danger, le sang artériel soumis à une pression insuffisante, dans les premières collatérales du tronc lié, est drainé dans les veines grâce aux capillaires proximaux. Le sang n'arrive plus à la périphérie ; l'hypotension est maxima : « *l'état circulatoire à l'extrémité du membre est pire que dans un anévrysme artérioso veineux et la nutrition des tissus périphériques n'étant plus assurée, dit LERICHE, la gangrène est fatale* ».

RÔLE DU SYSTÈME VEINEUX

Son rôle peut-être nuisible, nous venons de le voir, quand la pression artérielle, en aval de la ligature est insuffisante. On le discute encore, et cependant on est obligé de se rendre à l'évidence même, si l'on n'a pas d'idées préconçues. Un fait est certain : la ligature de la veine voisine a fait remonter la pression. Ce fait avait été étudié en 1901 par ORECCHIA, NIEDERGALL, OFFERGELD, mais ce sont surtout les recherches de Van KEND, Von OPPEL et KOROTKOFF, de leurs élèves, NIELLE, NEY, de HALSTED, de HOOKER qui ont démontré que la ligature veineuse favorise le rétablissement circulatoire par les voies collatérales, quand la pression artérielle est basse.

Voici d'ailleurs une observation d'OPPEL, rapportée par ses élèves. OPPEL enlève un anévrysme de

l'axillaire. Après l'opération les veines sous-cutanées sont minuscules, les doigts sont cyanosés. Sitôt que l'on comprime la veine axillaire, le bras et l'avant-bras s'hyperémient et se colorent en rose. On procède à la résection de la veine axillaire entre deux ligatures. La coloration du membre persiste et deux mois après le pouls reparaît.

Depuis les statistiques de NIEDERGALL, les observations faites pendant la guerre par MAKINS, TUFFIER, nous ont montré que la ligature simultanée des deux vaisseaux, loin d'être plus grave que la seule ligature artérielle, est le meilleur moyen de maintenir l'équilibre circulatoire, en évitant qu'un système veineux intact, ne draine trop rapidement la faible quantité de sang fournie par la circulation collatérale.

Nous pouvons donc, désormais dire avec LERICHE que *« il faut attacher une importance capitale aux relations existant entre le réseau artériel et le réseau veineux, entre la masse de sang qui afflue et celle qui reflue, et, si les rapports ne sont plus normaux, si la pression est basse dans l'artère, il convient de modifier celle de la veine »*.

RÔLE DES NERFS SENSITIFS :

A tous points de vue, il est préférable que l'inervation sensitive du membre, où a lieu la ligature, soit normale. Mais l'expérience de la guerre a prouvé que la section des nerfs sensitivo-moteurs, chez l'homme, n'a aucune influence fâcheuse sur le rétablissement circulatoire.

RÔLE DU SYMPATHIQUE :

Brown SEQUARD avait entrevu l'importance du sympathique.

LERICHE a observé chez l'homme que la ligature simple provoque immédiatement une vaso-constriction périphérique momentanée, et secondairement, au bout de quelques heures, une vaso-dilatation marquée.

Cette vaso-dilatation paralytique se traduit par un brusque réchauffement du membre aux extrémités, dont la température, à la main, paraît supérieure à celle du côté sain.

Ce fait exige, pour être constaté, que la circulation collatérale ait ramené une quantité de sang suffisante dans l'artère liée, ce qui ne se produit pas toujours. C'est souvent par suite de cette rareté du sang que le phénomène est difficile à constater et, par suite, paraît manquer. Mais il est des cas, où ces faits sont très nets.

LERICHE en a observé plusieurs fois, et deux fois il a pu mesurer l'élévation thermique, qui était de 1° 9 après section entre deux ligatures de l'iliaque externe, et, de 1° 5, après celle de l'humérale à la partie moyenne du bras.

HALSTED a vu cette hyperthermie très marquée six heures après la résection d'un anévrysme de l'artère sous-clavière.

D'ailleurs on trouve cette hyperthermie incidemment notée dans des observations d'OPPEL et de KOROTKOFF.

D'après LERICHE, la vaso-dilatation est plus marquée après la résection artérielle qu'après la simple

ligature et c'est pour cela que la résection serait préférable à la simple ligature.

Ces phénomènes vaso-moteurs périphériques sont extrêmement importants, plus que l'on ne l'a cru jusqu'ici. Ils ne portent pas que sur les gros troncs, ils atteignent tout le réseau artério-capillaire.

Et, *« comme le rétablissement circulatoire est sur-
« tout le fait des réseaux vasculaires périphériques, il
« est permis de penser que les actions nerveuses péri-
« phériques interviennent dans les instants qui sui-
« vent la ligature.*

*« Ces notions nouvelles doivent influencer la techni-
« que chirurgicale, et il y a lieu de chercher à prépa-
rer, au mieux possible, la dilatation des voies anasto-
« motiques ».*

INFLUENCE DE L'ÉTAT DES PARTIES MOLLES A LA LIGATURE

Nous connaissons le rôle capital dévolu aux anastomoses intra-musculaires ou voies artériolaires non injectables et non disséquables en pratique. C'est elles qui permettent, en effet, le rétablissement collatéral circulatoire, aussi peut-on déjà deviner l'importance de l'état des parties molles dans le voisinage de l'oblitération.

La dilacération des muscles, les hématomes gêneront le réseau artériolaire dans son rôle de suppléance, la gangrène est presque inévitable.

On peut même dire que, dans le résultat d'une ligature, la condition des parties molles juxta-artérielles

importe plus que l'état des vaisseaux et de ses collatérales. La chirurgie de guerre l'a surabondamment prouvé. De plus, ainsi que le fait remarquer notre Maître le Professeur LERICHE, les zones dangereuses, comme la partie de l'axillaire au-dessous de la scapulaire inférieure, comme la poplitée inférieure, sont des régions où les muscles ont des insertions à direction divergentes ; les zones sûres, au contraire, sont des régions où les muscles suivent des trajets parallèles ou convergents.

Par exemple, la scapulaire inférieure, qui file sur la face antérieure du muscle de sous-scapulaire et se divise en branches thoraciques et en rameaux allant aux muscles de l'omoplate, n'a aucune connexion avec les réseaux musculaires des muscles du bras.

De même, la partie inférieure de la poplitée, au-dessous des jumelles, a un réseau de distribution musculaire qui ne communique pas avec le réseau musculaire de la cuisse, tributaire de la fémorale ; de plus, les grêles articulaires inférieures se distribuent à des tissus fibreux, ne formant pas un champ anastomosé suffisamment dilatable pour assurer le retour du sang au-dessus de la ligature. « *La poplitée basse est donc une artère dangereuse parce qu'elle manque de champ musculaire, dit LERICHE. C'est pour ce motif, et non à cause du nombre de ses collatérales, que sa ligature est redoutable* ».

Aussi, les zones critiques sont les zones au niveau desquelles les collatérales ont un territoire de distribution musculaire insuffisant et cela nous montre l'im-

portance des parties molles dans le rétablissement de la circulation.

RÔLE DE L'INTÉGRITÉ DES VOIES ARTÉRIELLES SOUS-JACENTES

Les voies artérielles sous-jacentes doivent être perméables.

Paul MOURE a montré récemment par des faits précis qu'elles peuvent très bien ne pas l'être, même chez les sujets jeunes et non athéromateux. Il peut se produire des embolies aseptiques ou non, qui mobilisées peuvent amener l'oblitération d'un département vasculaire périphérique. Il nous en a donné des observations très nettes.

Ces constatations ont un grand intérêt sur lequel a insisté LENORMANT. Elles nous expliquent bien des échecs, et nous donnent la conduite à suivre : l'immobilisation du membre et l'intervention avec le minimum de procédés brutaux.

FACTEURS TECHNIQUES

RÔLE DU SIÈGE DE LA LIGATURE

Ce n'est déjà plus un facteur anatomique ni physiologique, mais un facteur technique. Son importance nous oblige à l'examiner.

Pour LERICHE, il y aurait avantage à ne pas lier trop près d'une fourche artérielle ou trop près d'une

bifurcation. Une ligature aseptique, certes ne produit pas de zone d'oblitération très étendue, mais une ligature près d'une fourche ou près d'une collatérale peut bloquer la voie de retour du sang dans l'artère principale. Voici d'ailleurs une observation de M. le Professeur LERICHE, ainsi que la conclusion qu'il en a dégagée :

« J'ai eu l'occasion d'intervenir chez un blessé
« auquel on avait, deux ans auparavant, lié la fémorale dans le triangle de SCARPA et qui avait fait
« une sorte de sclérose ischémique, sans gangrène de
« toute la jambe et du pied. Avant de l'amputer, je
« découvris sa fémorale contre l'arcade ; elle battait
« sur 3 ou 4 centimètres, puis venait une oblitération
« de 1 $\frac{1}{2}$ m 5 environ sur laquelle se branchait directement une fémorale profonde : celle-ci était pleine de
« sang, mais de petit calibre, elle ne communiquait
« plus avec la fémorale superficielle et celle-ci jusqu'au canal de HUNTER où je la perdis, n'était plus
« qu'un petit cordon fibreux perméable tout le long,
« ne renfermant qu'un mince filet sanguin. Le sang
« y circulait d'ailleurs de bas en haut. Il était évident
« que, dans ce cas, la ligature avait bloqué l'embouchure de la fémorale profonde, rendant inutilisable
« le retour du sang à contre-courant dans cette artère.

« Ce fait donne à penser que c'est en partie à la
« variabilité de longueur de la fémorale commune,
« qu'il faut attribuer la différence des opinions émi-
« ses au sujet de la ligature de cette artère.

« Les opérateurs qui sont tombés sur une artère
« longue et qui ont lié loin de la fémorale pro-
« fonde n'ont pas eu d'accident. Ceux qui ont lié sur
« une artère courte ont, sans toujours s'en douter, lié
« près de la fémorale profonde ; le caillot a oblitéré la
« fourche ou la ligature l'a écrasée et la circulation
« n'a pu se rétablir en aval. C'est ce qui explique aussi
« peut-être ce fait paradoxal que la ligature de l'ilia-
« externe donne beaucoup moins d'accidents que la
« ligature de la fémorale commune. »

RÔLE DE LA DATE DE LA LIGATURE :

Ce qui peut préparer les anastomoses rétifformes dont nous avons vu l'importance doit favoriser le rétablissement circulatoire.

Un obstacle apporté au cours du sang, pendant quelque temps, dilate ces voies anastomotiques, et peu à peu les prépare à ce rôle qu'elles rempliront au moment de l'intervention. C'est pour cela que les ligatures immédiates, pour plaies artérielles, sont plus dangereuses que les résections pour anévrysme. En effet, dans ce dernier cas, la gêne, apportée à la circulation, dans l'artère principale, depuis longtemps, a permis aux voies de suppléance de se dilater peu à peu. D'ailleurs, GUATTANI ne l'avait-il pas déjà pressenti et les expériences de KUSSMAUL et TENNER sur les lapins, n'avaient-elles pas déjà, en 1894, montré les inconvénients d'une ligature trop rapide. Par contre, celles de GILTAY, en 1895-1896, prouvaient les avantages d'une ligature progressive chez ces mêmes animaux.

Plus près de nous, HALSTED, en 1904, a donné des preuves évidentes des bénéfices que l'on peut tirer d'une ligature retardée. En effet, avec un ruban métallique, il comprime l'artère en jeu, de façon à réduire la lumière d'un tiers environ. Quelques semaines plus tard, il effectue avec le minimum de risques, une résection artérielle étendue qui pouvait être dangereuse sans le temps accessoire de la compression.

C'est en somme, l'ancienne méthode perfectionnée de la compression digitale préalable.

Cette méthode a donné de nombreux succès à HALSTED, à MATAS. LERICHE lui-même, en 1913, a vu faire par HALSTED une occlusion partielle de l'iliaque externe pour un énorme anévrysme ilio-fémoral. Le malade revu en 1917, n'avait aucun signe d'insuffisance circulatoire. Il semble donc que cette technique doive se généraliser toutes les fois que l'on pourra.

Adaptation fonctionnelle de l'artère liée.

Les classiques contemporains, notamment en France, FORGUES et BOTHEZAT ont montré que contrairement, à ce qui se croyait autrefois, il n'y a en général, après une ligature aseptique, qu'une oblitération limitée. Mais dans leurs descriptions, que nous avons toutes relues, il y a un flou sur le sort du segment sus et sous-jacent à la ligature, sans précision absolue. Les classiques nous laissent entendre : qu'il y a souvent oblitération secondaire allant jusqu'à la première collatérale. En étudiant systématiquement

les segments proches de la ligature, chez l'homme, et non pas chez les animaux comme les auteurs précédents, LERICHE et POLICARD ont vu que la zone oblitérée était beaucoup moins étendue qu'on ne le disait et qu'à distance de la ligature, là où l'artère était grêle, paraissait oblitérée, la section révélait l'existence d'une lumière mince mais réelle, dans laquelle il y avait un filet de sang. Ils en ont conclu qu'il s'agissait non d'une artère oblitérée mais d'une artère contracturée et ils ont mis en évidence cette notion que chez l'homme quand une artère est oblitérée en un point limité, les segments sus et sous-jacents à l'oblitération s'adaptent aux nouvelles conditions circulatoires qui sont les leurs.

Pour assurer un débit réduit, comme il n'est plus besoin d'un gros calibre, l'artère diminue de calibre pour se mouler sur son contenu.

S'agit-il d'une artère de type musculaire, elle se contracture pour correspondre au volume exact de la veine liquide qu'elle doit charrier désormais.

S'agit-il au contraire d'artère de type élastique, elle ne peut faire de même, c'est sa couche externe qui réalise l'adaptation en s'épaississant jusqu'au moment où la lumière est exactement celle qui faut, pour que le sang circulant soit partout avec une même pression au contact de la paroi.

Ces phénomènes se produisent en amont et en aval de la ligature, dans les seuls cas de ligatures aseptiques : c'est ce que LERICHE et POLICARD ont appelé le phénomène physiologique de l'adaptation fonctionnelle, indiquant par là qu'il ne s'agit pas du tout d'une

artère pathologique, mais d'un artère en état physiologique.

Lorsque au contraire la ligature est septique, rien de tout cela n'existe, la trombose se fait sur une zone très étendue, et l'on comprend facilement les troubles variés qu'elle peut engendrer.

TROISIÈME PARTIE

1

Les manifestations cliniques d'ordre anatomo physiologiques du rétablissement circulatoire après une ligature.

I. — L'OBSERVATION CLINIQUE

LE POULS

Après une ligature, le pouls disparaît instantanément. HEITZ a écrit qu'après la ligature aseptique, de nombreux chirurgiens ont vu le pouls reparaître dès le deuxième ou troisième jour. C'est possible, dans une observation de HALSTED, trois minutes après la double ligature des vaisseaux fémoraux dans le canal de HUNTER, le pouls était perceptible à la pédieuse, au bout de dix minutes, on pouvait le compter.

Il est probable dans ces cas, pense LERICHE, qu'il y a des anastomoses de gros calibres comme l'anatomie le révèle parfois.

Le plus souvent le pouls tarde à reparaître : sur 78 blessés du membre supérieur ayant une oblitération artérielle, BABINSKI et J. HEITZ ont trouvé 37 cas, chez lesquels dans une période de six mois à deux ans, le pouls n'avait pas reparu.

Sur 18 cas de lésion vasculaire, au membre inférieur, fémorale ou poplitée, onze fois les pulsations manquaient.

L'OSCILLOMÉTRIE

D'ailleurs, la perception du pouls est un signe trompeur, on aurait tort d'en conclure que la circulation est presque intégralement rétablie.

Dans un cas, le pouls était perceptible un mois après la ligature de l'humérale faite dans des conditions anatomiques favorables, et cependant les oscillations étaient très faibles, LERICHE trouvait une pression maxima de quatorze du côté sain, et de huit du côté ligaturé.

En présence de cette instabilité de perception du pouls, un moyen plus sûr s'offre à nous pour obtenir une plus grande précision en ce qui concerne le diagnostic immédiat du rétablissement de la circulation, c'est : la méthode oscillométrique bien étudiée par GUYOT et JEANNENEY.

C'est alors que la non-réapparition du pouls concordant avec l'absence d'oscillations sera d'un mauvais pronostic. Au contraire une progression régulière des oscillations indiquera une organisation rapide de la circulation. Mais l'ascension vers la normale ne se produit pas toujours jusqu'au bout, malgré l'amélioration que le temps apporte en général à la circulation de retour. L'oscillométrie nous montre qu'il y a de très grandes variations individuelles dans les résultats. Au

membre supérieur, elle nous indique un rétablissement qui, bien plus souvent qu'au membre inférieur, est insuffisant. Au membre inférieur, les conditions éloignées sont meilleures bien que l'ischémie immédiate suivie de gangrène soit plus fréquente. L'importance des masses musculaires et la richesse de vascularisation à la racine de la cuisse assurent, lorsque le premier risque est passé, un rétablissement fonctionnel satisfaisant et souvent proche de l'état normal.

Cependant l'oscillométrie, telle qu'on la pratique aujourd'hui, ne libère qu'un côté du problème. On sait, en effet, que la circulation qui s'établit après ligature, peut-être suffisante pour éviter les troubles ischémiques, et n'être pas suffisante pour mettre à l'abri de tout trouble circulatoire.

En effet, la circulation de fonction est beaucoup plus active que la circulation de nutrition : chez un malade ayant une circulation de nutrition parfaite, la circulation fonctionnelle peut-être déficiente.

Ainsi, avec de bonnes oscillations au repos, on verrait des oscillations, indiquant une circulation insuffisante, après l'effort musculaire.

C'est pour cela qu'il faudrait faire les recherches oscillométriques après une épreuve fonctionnelle des muscles, après un exercice violent.

Pour apprécier le retour de la circulation, on peut encore employer les méthodes calorimétriques et thermométriques. Ces méthodes sont beaucoup moins précises que les précédentes. Il convient cependant d'en parler.

LA MÉTHODE CALORIMÉTRIQUE

Cette méthode consiste à étudier le dégagement de chaleur qui se produit au niveau des extrémités, dans l'unité de temps, comparativement sur le membre sain et sur le membre atteint d'oblitération artérielle. Elle a été appliquée par STEWART, dont on retrouvera les travaux analysés dans les Archives des maladies du cœur et des vaisseaux.

LA THERMOMÉTRIE LOCALE

Après la ligature, il se produit un refroidissement passager du membre auquel fait suite une élévation de température, puis cette élévation disparaît. L'explication de ce phénomène a été la suivante :

Pour Brown SEQUARD, la ligature étreint les nerfs qui président à la contraction des vaisseaux. Les capillaires sont paralysés et se dilatent passivement. Le sang se précipite dans ces capillaires où la pression a diminué, la peau traversée alors par une quantité de sang supérieure à la normale s'échauffe.

Cela est vrai, mais pourquoi l'accroissement de température ne persiste-t-il que quelques jours ?

Ces phénomènes d'hypothermie disparaissent avant qu'on ait pu supposer la cicatrisation des filets nerveux.

Pour BROCA, l'opinion de Brown SEQUARD est incomplète. Voici ce qu'il en pense : « Au moment de la ligature, la circulation subit une atteinte profonde

et le membre se refroidit pour se réchauffer ensuite graduellement à mesure que le sang est ramené par les voies collatérales, tant artérielles que capillaires ».

Ces deux ordres de voies anastomotiques sont mises simultanément à contribution, mais à des degrés inégaux, variant suivant le siège de la ligature, et les conditions individuelles.

Si les anastomoses artérielles sont larges, nombreuses, la circulation se rétablit promptement. Les parties refroidies se réchauffent très vite, la température ne s'élève pas au-dessus de la normale, parce que le rôle des anastomoses capillaires est faible et passager.

Si, au contraire, les anastomoses artérielles sont petites, peu nombreuses, il s'écoule plusieurs jours avant que la circulation se rétablisse, et seul le secours des anastomoses capillaires (jouant pendant le premier temps le principal rôle) sauve les membres de la gangrène. Si cette circulation capillaire se développe trop lentement on a de la gangrène avant que le membre n'ait commencé à se réchauffer, si elle est moins tardive, la température s'élève un peu. Malgré tout, cette circulation collatérale capillaire est une circulation contre nature, qui détourne les capillaires de leur destination, qui y bouleverse complètement le cours du sang et qui, entretenue par une cause purement mécanique, doit disparaître en même temps que cette cause. C'est une ressource provisoire, tandis que les anastomoses artérielles fournissent une ressource définitive, à mesure que ces dernières anastomoses se dila-

tant la circulation capillaire recouvre sa liberté et rentre dans l'état normal.

Yalla poursuit la température baisse graduellement jusqu'à ce qu'elle soit complètement égale à celle du membre opposé.

On ne saurait conclure des deux expériences : la circulation capillaire et la circulation musculaire, on peut se douter de la façon dont reagira le membre à la ligation.

Mais, dit BROWN « qu'on se garde de voir dans ce resultat un indice toujours favorable, on est tenté de croire que le membre est d'autant moins exposé qu'il s'échauffe davantage : c'est une erreur, l'exagération de la température prouve au contraire que la circulation profonde est très insuffisante et cela est si vrai qu'on voit le sphacèle s'emparer, au bout de cinq à six jours, d'un membre qui avant d'abord recouvre et même dépasse la température normale ».

En réalité, on sait, qu'effectivement, que la paralysie vaso-dilatatrice n'est jamais durable, que très rapidement des suppléances s'organisent et c'est cela qui explique le retour à la normale de la température périphérique.

Généralement, quand le pouls reparait, il y a un stade transitoire d'hyperémie et d'hyperthermie, puis la température tend à rester sensiblement plus élevée que du côté sain, mais elle reste à peu près constante.

Il y a, à ce point de vue, différence entre un ligaturé et un névrotomisé. Le ligaturé demeure hypothermique, le névrotomisé a une température locale très

« Chez un ligaturé de la fémorale à la pointe du
« triangle de SCARPA, je trouve, quatre ans après
« l'opération, contre le couturier et le psoas, une
« quantité d'artérioles à directions variables, plu-
« tôt longitudinales dans l'ensemble et défendant
« l'abord de l'artère qui était petite et oblitérée. Je
« n'oserais pas dire que c'étaient là des anastomoses
« directes du type de Luigi PORTA, mais il s'agissait
« d'artères qui tendaient à rétablir la circulation par
« les voies les plus courtes et les plus rapides. »

CONCLUSIONS

Le rétablissement circulatoire après ligature de l'artère d'un membre a d'abord été expliqué au XVIII^e siècle par l'intervention d'une circulation collatérale de retour (WINSLOW, HALLER, GUATTANI, DESAULT).

Plus tard, au XIX^e siècle, on a montré le rôle de la voie de dérivation importante, constituée par les artères, longeant le trajet des nerfs, en particulier le nerf sciatique (BOYER, BLANDIN, COOPER).

Les recherches du Professeur LERICHE ont montré que l'explication classique du rétablissement circulatoire est exacte en elle-même, mais incomplète.

En réalité, la circulation peut se rétablir :

Par des anastomoses par inosculution (théorie classique) ;

2° Par des reliquats embryologiques utilisables ;

3° Par des voies directes ;

4° Le plus souvent par des anastomoses artériolaires intra-musculaires, non disséquables, mais visibles à un certain moment à la radiographie après injection opaque.

L'organisation définitive du nouveau régime circulatoire se fait dans l'instant qui suit la ligature, par une dilatation progressive des voies collatérales réti-formes siégeant dans les parties molles, surtout dans les muscles et le long des nerfs. Puis, peu à peu, la circulation tend à reprendre la voie normale : il se forme de nouveaux vaisseaux (anastomoses directes de PORTA) unissant les deux tronçons de l'artère oblitérée.

Pendant que ces phénomènes se produisent, lorsque la ligature est aseptique, les segments artériels sus et sous-jacents à l'oblitération s'adaptent (LERICHE et POLICARD) aux conditions circulatoires nouvelles.

Le rétablissement de la circulation se fait presque instantanément. Il dépend d'une dilatation capillaire et artériolaire. On a attribué celle-ci à des causes soit mécaniques, soit nerveuses. Ce sont là des théories trop exclusives. On a invoqué récemment aussi des facteurs chimiques : dans ce domaine, des recherches méritent d'être poursuivies par les physiologistes. En tous cas, pour qu'aucun accident immédiat n'arrive, un certain nombre de conditions sont nécessaires. Trois sont essentielles : tension artérielle suffisante et même hypertension légère en amont de la ligature, bon état des parties molles juxta-artérielles, conservation de la perméabilité périphérique. Deux sont adjuvantes : état favorable du système veineux et de la vaso-motricité périphérique.

Cliniquement, après une ligature, l'organisation

nouvelle, du débit circulatoire est démontrée par l'étude du pouls, de la température locale du membre et surtout par l'examen des graphiques de l'oscillométrie pratiquée avant et après une épreuve fonctionnelle.

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE
POLICARD.

Vu :
LE DOYEN,
Jean LEPINE.

Vu et permis d'imprimer :

LYON, le 17 Octobre 1922.

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,
Pour le Recteur et par délégation :

LE VICE-PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,
Jean LÉPINE.

BIBLIOGRAPHIE

Nous avons indiqué d'un astérique les auteurs dont nous n'avons pu lire les travaux dans le texte même et dont nous n'avons eu connaissance que par des analyses faites par d'autres auteurs.

Signification des abréviations employées :

- A. P.: Archives de Physiologie.
- A. i. P. : Archives italiennes de Biologie.
- A. g. B.: Arch. fur die Gesamite Physiol. (Pflüger's).
- A. P. P.: Arch. fur experimentelle Pathol. und Pharmacologie.
- C. W.: Centralblatt fur die Medic. Wissen.
- C. P.: Centralblatt fur Physiol.

BABINSKI et HEITZ. — Les oblitérations art. traumatiques.
Arch. Malad. Cœur, nov.-déc. 1918.

* BARTHOLDY. — Die Arterien der Nerven. *Morphologische Arbeiten*, Bd ((, 1897. S. 392-458.

BERTHA DE VRIESE. — Développ. morphol. des artères, in
Traité Anat. Poirier-Nicolas, t. II, fasc. 11, p. 184.

BICHAT. — *Traité d'Anat. descript.*, t. IV, Paris, An. XI (1803).

* BIER (A). — Die Entstehung des Collateralkreisl, I. Der arter. coll. Kreisl. A. A. P., CXLVII, 256, 444, 1897.

BLANDIN. — *Journ. hebd.*, 1830, p. 199 à 206.

- BOLOGNESI. — Sulla formaz. del circol. collat. degli arteri, in *La Chirurgià d. organi di movimento*, vol. III, fasc. V-VI, déc. 1919.
- BOYER. — *Maladies chirurgicales*, première édition, Paris 1814, t. II, p. 93.
- BONNET. — Les adaptations fonctionnelles au niveau des artères traumatisées, *Thèse de Lyon*, mars 1920.
- BROCA. — Des anévrysmes et de leur traitement, 1 vol., Lobé, édit., Paris, 1856, pp. 452, 485, 503, 507, 690.
- BROCQ, HEYMANN et MOUCHET. — Les artères des nerfs. *Bull. Mém. de la Soc. Anat. de Paris*, t. XVII, 1920, pp. 215 à 223.
- BROWN-SEQUARD. — Des congest. consécut. aux lig. d'art., A. de P. III, 518, 1870.
- * BUCKMINSTER, BROWN et H.-A. BEACK. — A propos d'un anévr. fém. guéri par la compression directe. *Bost. Med. and Surg. Journ.*, 21 oct. 1875.
- CHAUMET, HEYMANN et MOUCHET. — Note sur la topogr. des art. des nerfs sciat., in *Bull. Mém. Soc. anat.*, Paris, t. XVIII, n° 8-9, oct.-nov. 1921, pp. 404-409.
- * CAVAZZANI E. — Sur la genèse de la circ. collat. Ses rapports avec l'influence nerveuse, particulièrement dans l'Hexag. de Willis. *A. I. B.*, XVI, 1, 1891.
- CLOQUET H. — *Traité d'anat. descriptive*, Paris, 1822.
- COOPER A. — *Œuvres chirurg. complètes*. Traduct. Chas-saignac et Richelot, Bruxelles, 1837, pp. 438-442, 558-559. (Exemplaire du Professeur LERICHE.)
- CORIN. — Sur la circul. du sang dans le cercle art. de Willis. *Bull. Ac. Belg.*, 1887, et *Travaux du Lab. de Liège*, II, 185, 1887.
- CHRÉTIEN. — Anomalie double de l'art. fém. *Revue Médic. de l'Est*, 1880, p. 431.
- CRUVEILHIER. — *Anatomie descriptive*, t. II, Paris, 1835.
- DECHAMBRE. — *Dict. encycl. des Sciences Médic.*, t. XXIII, « Crurale », p. 765 à 772.

DESAULT. — *In Journal de Med. Chir. Vandemonde*, Mars 1787, t. LXX, p. 453. Exemplaire à l'Université de Bordeaux.

Sur l'opération de l'anévrysme de l'art. popl. selon la méth. de Hunter, consignée au Docteur Simmons par M. Everard Horne, chirurg. Extraite du *Journ. de Med. de Londres*, 4^e partie, an. 1786. Traduite par M. Le Roux des Tillels.

DOHMEN. — Ueber die Prüfung des Kollateral kreislaufes an der unteren Extremität bei gesunden und pathologisch. Buständen. *Deustch. Zeitschr. f. Chir.*, Bd. 139, H. 5 bis, März 1917.

FICHERA. — Sul circolo collat. Contributo sperimentale alla fisiopatolog. del sist. circolatorio « Lo sperimentale », Anno LIX, fasc. I, genn. febb. 1905.

FREDERICQ. — Effets de la suppression de la circulation, in *Dict. Physiol. Richet*, 1898, t. III, p. 814.

GUATTANI. — De externis aneurysmatibus, in *Descriptorum Latinorum de Aneur.* Collectio Lauth, Strasbourg, 1785, pp. 105 à 232. (Exemplaire de l'Université de Lyon.) (1)

GILTAY. — Sur l'occlusion des art. nourr. de la tête chez le lapin. *Arch. de Biol.*, XIV, p. 395. Tr. Labor., Liège, V, p. 113, 1895-1896. Voir aussi Léon Fredericq C. P. VIII, 625, 1894.

HALSTED. — A striking elevat. of the temper. of the hand and forearm follow the excis. of a subclavian aneur., in *Bull. Johns Hopkins Hosp.*, juillet 1920, p. 219.

— Der partielle Verschluss grosser Art., *Archiv. f. Klin. Chir.*, Bd. 105, Heft 3, 1914.

— Partial progress. and compl. occlus. of the aorta and other large arter. in the dog by means of the metal band, in *Journ. Experim. Medic.*, mars 1909, and 1916. Voir aussi *Lyon Chirurgical*, 1921, n° 3, p. 681.

Nous avons été aidé dans la traduction de cet ouvrage par M. DERIAT, Professeur Agrégé des Lettres. Nous l'en remercions vivement et nous remercions aussi Mademoiselle J. D. qui nous a facilité la lecture des ouvrages allemands.

- An experim. study of circumscribed dilat. of an artery immed. distal to a partially occlud. band and its bearing on the dilat. of the subclav. art. observed in certain cases of cervical rib. *Journ. of Experim. Med.*, sept. 1916, vol. XXIV, n° 3, p. 271.
- The anastomotic circulation, in *Johns Hopkins Hospit. Bull.*, vol. XXIII, n° 257. July 1912, p. 215.
- * HAUCH. — Die arterien der gesunden und kranken niere in Roentgenbilde. *Fortschr. auf. d. Geb. der Roentgenstrahlen*. Bd. XX, p. 172.
- * HALLER. — *Fasc. Icon. anat.*, V, tab. IV.
- HEITZ. — Maladies des artères, in *Traité Pathol. Méd.*, t. IV, Maloine, édit., 1922.
- * HENLE. — Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Bd. III. Gefäßlehre, Braunschweig, 1868.
- HERMANIDES. — Das Tonometer Talma's und seine erste Frucht die Genese der collat. circul. *A. P. P.*, LXXXIV, 496, 1881.
- HOOKE. — The functional activity of the capillaries and Venules. *The Americ. Journ. of Phys.*, nov. 1920.
- HURTHLE. — Unters über die Innervation der Hirngefäße. *A. g. P.*, XLIV, p. 560, 1889.
- * HYRTL. — Ueber normal und abnorme Verhältnisse der Schlagadern des Unterschenkels. *Denkschriften der Mathematischen Naturwissenschaftlichen Klasse der Akademie der Wissenschaften*. Wien., 1864, Bd. XXIII. S. 245-284.
- JABOULAY. — Sur la circ. collat. après ligat. de l'Art. Humér. Atrophie des artères princip. Hypertrophie des artérioles. *Gaz. Hebd. de Méd. Chir.*, Paris, 1892, p. 475.
- JEANNENEY. — Applications chirurgicales de l'oscillométrie. *Thèse Bordeaux*, 1919, Vigot, édit., Paris.
- KATZENSTEIN. — Ueber Entstehung und Wesen des arteriellen Kollateralkreislaufes. *Deutsch. Zeitschr. f. Chir.* Bd. 77, pp. 189-226, 1905,

* KUSSMAUL et TENNER. — Moleschott's Unters, 1857.

KUTTNER und Max BARUCH. — Beitrage zur Chir. der Grossen Blutgefassstamme. IV. Der Traumatische segmentare Gefasskrampf. *Bun's Beitrage z. Klin. Chir.*, Berlin, 1920. Bd. CXX. Heft. 1.

* LATSCHENBERG und DEHANA. — Beitrage zur Lehre von den reflectorischen Erregungen der Gefaessmuskeln. *Arch. f. d. ges. Physiol.* Band 12, pp. 157-177, 1876.

LA ROQUE Paul. — Ligation of the extern. ileac. arter. and vein above and below a communicating bullet wound of these two vessels. *Annals of Surgery*, vol. LXXIII, March 1921, pp. 265 à 284.

, LENORMANT. — Note sur la ligat. et la sut. vascul. A propos de 6 observations de plaies artér. par P. Moure. Rapport de Ch. Lenormant. *Bull. et Mém. Soc. Chir.*, 24 mars 1922, p. 459.

LERICHE. — Du syndrome sympathique consécutif à certaines oblitérations artér. et de son traitement par la sympathysectomie périphérique. *Bull. et Mém. de Soc. Chir.*, Paris. Séance du 21 janvier 1917, t. XLII, n° 5, pp. 310-314.

— De la sympathectomie périartérielle et de ses résultats. *Presse Médicale*, 10 sept. 1917.

— Résultats éloignés des ligatures et des résections artérielles. Rapport au XXXI^e Congrès Français de Chir., Paris, octobre 1922.

LERICHE et CONVERT. — De l'hémostase spontanée par accolement direct des parois dans certaines plaies sèches des artères. *Soc. Path. comparée*, 9 oct. 1917, in *Presse Médic.*, 18 octobre 1917.

— Sur le mécanisme sympathique de l'hémostase spontanée dans certaines plaies sèches des artères. *Soc. de Path. Comp.*, 9 oct. 1917, in *Presse Médic.*, 18 avril 1917.

LERICHE et HEITZ. — De la réaction vaso-dilatatrice consécutive à la résection d'un segment artériel obli-

téré. Compte rendu des séances de la *Soc. de Biol.*, 3 fév. 1917.

LERICHE et POLICARD. — Sur quelques faits de Physiol. path. touchant les blessures du sympathique péri-artériel, la contusion artérielle et l'oblitération spontanée des artères déchirées par un projectile. *Bull. et Mém. Soc. Chir. Paris*, séance du 30 avril 1919, tome XLV, n° 15, p. 718.

— Adaptation fonctionnelle des artères liées à l'étendue nouvelle de leur territoire et conséquences thérapeutiques de cette notion. *Bull. Mém. Soc. Chir. Paris*, 28 janv. 1920, p. 142.

— Etude de la circul. capillaire chez l'homme pendant l'excitation des nerfs sympath. périartér. et la ligature des art. *Lyon Chirurgical*, nov. 1920, p. 703.

— Sur quelques facteurs physiologiques élémentaires intervenant dans l'évolution des lésions traumat. des vaisseaux. *Lyon Chir.*, mars-avril 1920, t. XVII, p. 242.

— Quelques déductions thérapeutiques basées sur la physiol. pathol. de la circul. sang. dans le membre supér. après ligat. de l'art. humérale. *Lyon Chirurg.*, mars 1920, t. XVII, n° 2.

— Physiologie pathol. du rétabliss. circul. après lig. haute de l'iliaque ext. et mécanisme de l'adaptation fonctionnelle des artères du type élastique après ligat. *Lyon Chirurg.*, t. XVIII, n° 3, mai-juin 1921. Voir aussi t. XVIII, n° 6, p. 797.

— Remarques cliniques sur les oblitérations artér.-localisées. Orientation nouvelle de leur traitement. *Paris Médical*, 2 juillet 1921, n° 27, p. 27.

MAKINS. — Conf. chir. interalliée, mars 1917, p. 347.

— Sur les lésions vascul. dans les bless. de guerre et leurs résultats. *British Journ. of. Surg.*, t. III, n° 11, 1916, p. 353 à 421. Résumé in *Journ. de Chir.*, mai 1918, t. XIV, n° 4, p. 400 à 414.

MAREY. — La circulation du sang, 1881.

MATAS. — Occlus. of larg. surg. arter. with removal metallic band's. *Americ. Medic. Assoc. Section on Surg.*, 61^e session, juin 1910.

— Epreuve de l'efficacité de la circul. collat. avant de procéder à la lig. d'un vaisseau important. *Communic. à l'Assoc. Améric. Chir.*, juin 1910, in *Annals of Surg.*, tome LIII, n^o 1, janv. 1911, pp. 1 à 43.

MAUGERI. — Ricerche sperimentali sugli effetti della legatura dei vasi dell'arto inferiore. *Comunic. XXII Adunanza Soc. Ital. Chir.* « *Il Tomasi* », vol. V, p. 49 e 80, gennais 1910.

MOURE. — Rapport au XXXI^e Congrès Français de Chirurgie, octobre 1922, sur la chirurgie des vaisseaux.

NEY. — Du rôle des veines dans la circul. collat. artér. *Revue de Chir.*, t. XLVI, n. 12, p. 903-913, décembre 1912.

* NIELLE. — Etude sur l'importance des veines dans la circul. art. collat. *Trav. de la Clinique chir. du Prof. Oppel, Petersbourg*, 1910, t. II, pp. 69 à 97. *Analysé in Journal de Chir.*, juin 1911, p. 642.

NOTHNAGEL. — Ueber Anpassungen und Ausgleichungen bei pathologischen zustanden, I, II, III. *Abhandlung: Die Entstehung des collateralkreislaufs. Zeitschr. f. Klinische Medicin.* Bd. X, S. 208; Bd. XI, S. 217; Bd. XV, S. 42.

OFFERGELD. — Ueber die Unterbindung der grossen Gefaesse des Unterleibes. *Experimentelle und Kritische Studien. Deutsche Zeitschr. f. Chir.*, Bd. 88, H. 1-3, p. 217-310.

* ORECCHIA. — Su la legatura simultanea della arteria e della venà femorale. *Atti del VII^e Congresso Medico Regionale Ligure*, Sarzana 7-9, luglio, 1901.

POLICARD. — *Précis d'Histologie physiologique*, Doin, éd., 1922.

— Etude de la circul. capill. chez l'homme pen-

dant l'excitation des nerfs symp. périart. et la ligature des artères. *Lyon Chirurgical*, nov. 1920, p. 703.

— Un procédé simple d'étude directe de la circul. capill. chez l'homme : la microangioscopie. *Soc. Méd. des Hôp. de Lyon*, 9 déc. 1919, in *Lyon Médic.* 25 janvier 1920, n° 2.

— Les phén. de motricité capill. *Lyon Chirurg.*, janvier 1921, p. 51.

PATEL. — Eclat d'obus dans la lumière de l'art. axill.; extraction par artériotomie. *Paris Médical*, t. VIII, n° 6, 9 février 1918, p. 125.

PAULET et SARRAZIN. — *Traité d'anatomie topographique*, Paris, 1867-1870.

POIRIER et NICOLAS. — Angeiologie, in Poirier-Charpy-Nicolas. *Traité d'Anatom. hum.*, t. II, fasc. 2, 3^e éd., Paris, 1912, Mason, édit.

PORTA (Luigi). — Delle alterazioni patologiche delle arterie per la ligatura à la torsione. *Milano Tipographia di Giuseppe Bernardoni di Glio* (1845). Exemplaire de la Bibliot. de la *Faculté de Méd. Paris*.

— * Esame anatomico del sist. art. dell'arto inf. 22 anni dopo legat. dell'art. femorale per aneurisma, 4^a Milano, 1847.

QUÉNU et LEJARS. — Etude anatomique sur les vaisseaux sanguins des nerfs. *Arch. de Neurol.*, t. XXIII, n° 67, janvier 1892, p. 7.

RASSAT. — Recherches sur le mode de rétablissement de la circul. après ligat. de l'art. fém. *Thèse Lyon*, 1922.

* RAZZABONI. — Processo di guarigione delle lesioni traumatiche delle arterie. *Edit. Nic. Zanichelli*, Bologna, 1910.

* RECKLINGHAUSEN. — Handbuch der Allgem. Pathol. der Kreislaufs, in *Deutsche Chir.*, Stuttgart, 1883.

RICHET. — Dictionn. de Physiologie, 1898. A Circulation, p. 814, par L. Frédéricq.

SAMUEL. — Der Einfluss der Nerven auf Vollendung des collat. Kreislaufs. *Centralbl. f. d. Med. Wiss.*, 1869, n° 25.

SAPPEY. — *Traité d'Anat. descript.*, t. II, Paris 1876.

SCARPA. — Réflexions et observations anatomico-chir. sur l'anévrysme. Traduct. Delpech, Paris, 1813.

SENCERT. — La chir. des gros vaisseaux. Rapport au V^e Congrès de la *Soc. Intern. de Chir.*, 1920. Voir aussi C. R. de la V^e conf. chir. interalliée, 1918, p. 380-404.

* SENIOR. — An interpretation of the recorded arterial anomalies of the human leg and foot. *Journ. of Anat.*, vol. LIII, parts II and III, avril 1919, pp. 130 à 171.

* SONNENBURG. — *Centralbl. fur Chir.*, n° 44, 1876. Voir Résumé in *Revue des Sciences Médic. de Hayem*, t. IX, 2^e fasc., 15 avril 1877, p. 535.

STEFANI. — Della influenza del sistema nervoso sulla circol. collat. *Lo Sperimentale*, t. 58, pp. 225, settembre 1886, et t. 60, p. 146. Agosto, 1887.

TALMA. — Ueber die collat. circul. *Arch. f. d. ges. Physiol.* Bd., 23, p. 231, 1880.

TESTUT. — *Traité d'Anatomie humaine*, 1905, 5^e édit., Doin, éditeur.

TESTUT Jacob. — *Traité d'Anatomie descriptive*.

* TIEDMANN. — *Tabulæ arteriarum*. Carlsruhe, 1822.

* TONKOFF. — Developpment of anastom. after tying of iliaq. ext. *Russk. Med. Petersb.*, 1895, t. XX, p. 122.

TUFFIER. — Sur un cas d'anévr. du tronc art. brachio-céph. traité par lig. de la carot. prim. et de la sous-clavière. *Bull. et Mém. Soc. Chir.*, séance 22 juin 1910, p. 758.

- TUFFIER et HALLION. — Sur un procédé permettant de prévoir que l'irrigat. sanguine persistera dans un membre après ligat. de son art. principale. *Compte rendu hebdomadaire des séances Soc. Biol. Paris*, t. XXXIII, n. 35, 13 déc. 1912, p. 595-606.
- VAN KEND. — *Confér. chir. interalliée*, 2^e sess., mars 1917, p. 348.
- * WEBER O. — *In V. Pitha u. Billroth. Handbuch der Chirurgie I*, Erlangen, 1865.
- WEISS N. — La capilloroscopie, in *Presse Médicale*, 5 fév. 1921.
- * WYETH A. — *Americ. Journal*, p. 118, 1876.
- WINSLOW. — Exposition anatomique, 1732. *Traité des Artères*, tome II, section IV, pp. 420 à 424.
- XAMBEU Ch. — L'oblitération complète des art. iliaques primitive et externe sans gangrène du membre inférieur correspondant. *Thèse de Lyon*, 1908-1909.
- ZUNTZ. — Beiträge zur Kenntniss der Einwirkungen der Athmung auf den Kreislauf. *Arch. f. d. ges. Physiol.* Bd. 17, pp. 374-404, 1878.
-

